REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
MINISTERIO DEL PODER POPULAR PARA LA DEFENSA
EJERCITO BOLIVARIANO
DIRECCION DE OPERACIONES

MC - 01 - 010

MANUAL DE EXPLOSIVOS

COMITE PERMANENTE DE DOCTRINA

FUERTE TIUNA, MARZO 2010

REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
MINISTERIO DEL PODER POPULAR PARA LA DEFENSA
VICEMINISTERIO DE EDUCACIÓN

DECLARACION DE VIGENCIA

Caracas, Marzo de 2010

Se declara en Vigencia la Publicación denominada: MANUAL DE CAMPAÑA "USO DE EXPLOSIVOS Y TECNICAS DE DEMOLICIÓN EN OPERACIONES ESPECIALES Y GUERRA DE RESISTENCIA" (N^0 MC-01-01), para uso en el Ejército, por un periodo de seis (06) meses, lapso en el cual las Escuelas, Dependencias y Unidades deberán enviar, a la Dirección de Operaciones los Informes sobre Aspectos Doctrinarios, con las observaciones o recomendaciones para la revisión y publicación final.

FORMATO: DE COMANDO
IMPRESO:
EDICION: XXXX Ejemplares

Esta publicación deja sin efecto cualquier manual u otra publicación relacionada con el uso de explosivos en operaciones especiales y guerra de resistencia

Dios y Federación

JUAN VICENTE PAREDES TORREALBA
Mayor General
Comandante General del Ejército

REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
MINISTERIO DEL PODER POPULAR PARA LA DEFENSA
EJERCITO BOLIVARIANO
COMANDANCIA GENERAL DEL EJERCITO

AGRADECIMIENTO

El Manual de Campaña: "USO DE EXPLOSIVOS Y TECNICAS PDE DEMOLICIÓN EN OPERACIONES ESPECIALES Y GUERRA DE RESISTENCIA" (N^0 MC-01-10), es el producto de la revisión, adaptación y actualización, de las publicaciones existentes sobre esta materia y fue elaborado por: CAP. RAFAEL ERNESTO CEDEÑO PACHECO y revisado por:

CNEL. ORLANDO DE JESUS SILVA
CNEL. JOVINO NAVA MELEAN
CNEL. RAFAEL ESTRADA DIAZ
CNEL. MAXIMO ZEMENZIN MATAROLLO
PTTE. JESÚS RAFAEL ROJAS SOTILLO

Se agradece a los usuarios de esta publicación, como una contribución para mejorar su contenido, las observaciones para corregir o introducirle modificaciones.

Tambien se agradece al Cnel Rafael Monasterio Lopez Y al Cap Francisco Sanchez Carvallo, cuyos estudios previos del tema facilitaron la investigación.

De igual manera se agradece el uso específicamente para personal militar, debido a la importancia y confidencialidad del contenido de este manual.

CAP. RAFAEL CEDEÑO PACHECO

13.585.725

CAPITULO I

1.- EXPLOSIVOS

1.A. Generalidades sobre los Explosivos.

El Explosivo, es una mezcla o combinación de sustancias químicas capaces de dar producto de su combustión brusca, un volumen considerable de gases a temperaturas elevadas y con trabajo de presiones violento. Esta combustión se puede producir por chispa, calentamiento, frotamiento, choque o algún efecto que produzca el rápido cambio químico de las sustancias componentes del explosivo.

Los explosivos tienen características individuales, cada una de las cuales es singularmente importante y se deben evaluar para determinar la potencialidad disponible del explosivo específico para una aplicación específica.

Se entiende por ***combustión*** la oxidación de determinadas materias, como resultado de la combinación de un cuerpo combustible con otro carburante que aporta el oxigeno necesario para arder, con desprendimiento de calor y luz.

La mayor parte de los explosivos cuenta con el oxigeno necesario para la reacción, razón por la cual ésta se desarrolla rápidamente. Si el fenómeno se produce en un lugar cerrado, los primeros productos de la combustión se encargan de elevar la presión aumentando en forma progresiva la velocidad de combustión, pudiendo llegar en algunos casos a 9.000 mts/seg.

Según sea el medio en que se materializa y la velocidad con que se efectúa se distinguen cuatro casos típicos de combustión: ***deflagración,***

explosión, detonación y estallido.

Deflagración es una combustión que se propaga a través de la masa de una sustancia, con velocidad inferior a la del sonido, sin generarse una onda de presión, es relativamente lenta, constituye la forma de combustión de las pólvoras a presión atmosférica. Es el caso de las pólvoras de las armas el primer instante de hacer funcionar el mecanismo de disparo y la forma en que se quema la pólvora en pequeñas porciones al aire libre.

Explosión es una combustión cuya velocidad aumenta progresivamente, con gran desprendimiento de gases, calor y desarrollo de gran cantidad de trabajo exterior. Es el caso de la pólvora dentro de las armas de fuego una vez que la deflagración por el aumento de presión se convierte en explosión.

Detonación es una reacción química muy rápida, casi instantánea, cuya velocidad aumenta hasta llegar al máximo en el cual se mantiene y se hace constante, produce onda de choque o de presión, la que genera altas temperaturas y gradientes de presión se transmite por onda explosiva que afecta a la totalidad de la masa casi instantáneamente y produce efectos rompedores y demoledores.

Estallido, es un proceso físico, caracterizado por el destrozo repentino de un objeto por el impulso de tensiones internas, produciendo estruendo y proyecciones de este objeto.

CAPITULO II

PROPIEDADES Y CARACTERÍSTICAS DE SEGURIDAD DE LOS EXPLOSIVOS

A. Propiedades de los explosivos

Densidad, de un explosivo es su peso especifico expresado en grs/cc, éste es el peso por unidad de volumen o su gravedad especifica, la densidad del agua es 1 gr/cc.

La densidad, o peso por unidad de volumen de un explosivo es una de sus propiedades más importantes.

Velocidad de detonación (VD), es la velocidad a la cual la onda de detonación viaja a través de una columna explosiva. La VD. Es importante para determinar el funcionamiento y capacidad de un explosivo. La onda de detonación empieza en el punto de iniciación de la columna explosiva y viaja a velocidad supersónica, en relación a la velocidad sónica del material explosivo mismo.

La VD. permanece constante para un explosivo dado, pero varía de un explosivo a otro, dependiendo principalmente de su composición, tamaño de las partículas y densidad.

Presión de detonación, es la presión de la onda de detonación que se propaga a través de la columna explosiva, medida en el plano de Charmeat-Jourquet (Figura 1). Aunque la relación de la velocidad de detonación y la densidad a la presión de detonación es algo complejo y depende de los ingredientes de un explosivo.

Una alta presión de detonación resultante de una fuerte onda de

choque es de gran importancia para quebrar rocas competentes muy densas. Las presiones de detonación de la mayoría de los productos comerciales varían desde 5 hasta más de 150 Kbar.

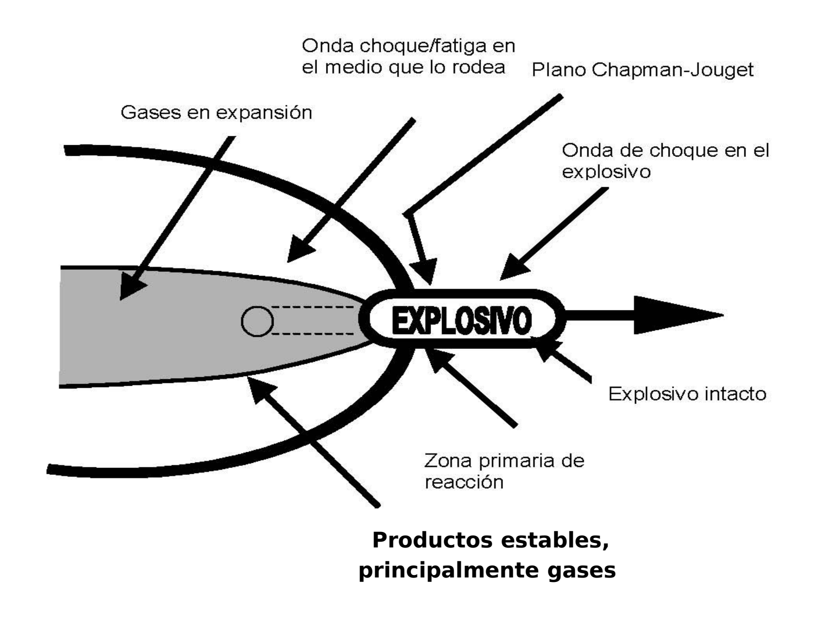


Figura 1 Ilustración de la detonación.

Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).

Energía producida o potencia, es la habilidad para desplazar el medio confinante. Es la cantidad de energía liberada por la explosión. Es sinónima con trabajo. Es la máxima energía disponible de un explosivo.

Existen cuatro formas de catalogar la potencia de un explosivo:

a. **Potencia absoluta en peso (PAP):** es la medida de la cantidad absoluta de energía (en calorías) evaluable en cada gramo de explosivo por unidad de peso.

b. **Potencia absoluta en volumen (PAV):** es la medida de la

cantidad absoluta de energía (en calorías) evaluable en cada centímetro cúbico de explosivo.

c. **Potencia relativa en peso (PRP):** es la medida de la potencia avaluable por peso de explosivo comparada a un peso igual de Anfo. Se calcula dividiendo la PAP. del explosivo por el PAP del Anfo y multiplicado por 100.

d. **Potencia relativa en volumen (PRV):** es la medida de la energía evaluable por volumen de explosivo comparada con igual volumen de Anfo a una densidad de 0,81 gr/cc. Se calcula dividiendo el PAV. de un explosivo por el PAV. del Anfo y multiplicada por 100.

Resistencia al agua de un explosivo, se refiere a su capacidad de detonar después de su exposición al agua sin perder sensibilidad y eficiencia.

Productos como la dinamita gelatina y los slurries tienen buena resistencia al agua. Los altos explosivos no gelatinizados tienen de poca a buena resistencia al agua.

Los agentes de voladuras no tienen resistencia al agua. El nitrato de amonio en prills no se debe usar en presencia de exceso de agua. La emisión de humos café de óxido de nitrógeno de una voladura indica a menudo una detonación ineficiente causada por un deterioramiento por el agua y significa la necesidad de utilizar un explosivo más resistente al agua o una protección externa del agua en la forma de una manga plástica.

Volumen de gases, es la cantidad total de gases producto de la explosión, a 0° y presión atmosférica. Esta cantidad se expresa en litros por kilogramo de explosivo.

Sensitividad o capacidad para propagarse es expresada como la distancia a través del aire a la cual un medio cartucho primado (dador) detonará a un medio cartucho no primado (receptor) bajo condiciones no confinadas.

La sensitividad de un explosivo es una propiedad importante a ser considerada en operación de destrucción o voladura. Si la sensitividad es baja, la detonación dentro de una perforación puede ser interrumpida si hay vacíos u obstáculos entre las cargas en la columna de explosivo. Un explosivo con demasiada sensitividad puede causar propagación entre perforaciones adyacentes si éstas están muy juntas. Esta situación puede presentarse en voladuras en el caso de propagación programada por simpatía al usar dinamita. La propagación cruzada o propagación por simpatía en perforaciones adyacentes en una voladura de producción, eliminaría los modelos con retardos de milisegundos y podría causar una fragmentación pobre y excesiva voladura al aire y vibración. Los riesgos son mayores en rocas defectuosas y en voladuras submarinas.

Hay varias formas para determinar la sensitividad de los explosivos en varias condiciones simuladas de terreno. A continuación se describen algunas de estas formas.

a. Booster (Multiplicador) Mínimo.

Una medida de la sensitividad de un explosivo se puede obtener determinando el iniciador mínimo requerido para detonar el producto. Esto se hace tratando de iniciar las muestras con varios primers que pueden variar en energía desde la potencia de un detonador N° 1 hasta un booster de 5 libras. El booster más pequeño que produce la detonación es llamado el booster mínimo para ese explosivo.

b. Sensitividad al Aire.

Sensitividad al aire o detonación por simpatía es el fenómeno que se produce cuando un cartucho al detonar produce en otro próximo su explosión, los productos más sensibles. Esta prueba se realiza usando cartuchos de 3.175 de centímetro de diámetro. En este caso, es el número de centímetros a la cual un medio cartucho o entero primado (dador) hace detonar a otro medio cartucho o entero no primado (receptor) esta prueba se realiza con muestra no confinada. Agentes explosivos menos sensibles deben realizarse en diámetros más grandes.

c. Diámetro Crítico.

El diámetro crítico de un explosivo determinado es el menos diámetro a la cual la detonación se propagará lo largo de una columna explosiva. Este valor se obtiene tratando de iniciar la detonación en muestras de diferentes diámetros del producto que está siendo probado.

d. Tolerancia a la Presión.

La capacidad máxima de la mayoría de los explosivos es altamente dependiente de la condición de la presión estática en la perforación. Con altas presiones estáticas se pueden producir fallas. Este comportamiento puede ser cuantificado determinando la presión a la cual se produce la falla. Esto se puede hacer de dos modos: Sumergiendo la muestra a diferentes profundidades de agua y determinando la máxima presión a la cual la detonación se produce; o colocando la muestra en un tubo de plástico resistente presurizándolo a varios niveles y luego determinar el nivel máximo a que la detonación se produce.

e. Energía Producida/Potencia.

El propósito de la aplicación de los explosivos en las voladuras es realizar un trabajo útil. El trabajo puede ser la fragmentación de la roca, mineral, carbón o cortar metales o concretos durante demoliciones. La energía inicial del explosivo es almacenada como energía química y que es liberada por la detonación y usada. La utilización de la energía explosiva es regida por las leyes de la conservación de la energía, masa y tiempo. Sin embargo la energía es utilizada para siguiente detonación dentro de una perforación:

1) Porcentaje de Energía Liberada.
2) La energía del explosivo es liberada en la roca u objeto que lo rodea en dos formas diferentes: presión de detonación y presión en la perforación.
3) La detonación o presión de choque ejerce una fuerza de fragmentación sobre un objeto o roca. La presión en la perforación es producida por el gas desarrollado y su actuación más lenta; puede ser responsable de alguna fragmentación, pero es la causa primaria del desplazamiento del objeto fracturado o de la roca.
4) La energía o potencia de un explosivo es una medida de su capacidad para trabajar en sus alrededores. Esta energía puede ser medida o calculada.

Estabilidad a la temperatura, es la cual un explosivo es almacenado o usado, puede tener un efecto negativo sobre su perfomance durante el uso. En temperaturas bajo el punto de congelación, la dinamita y la composición “C 3” y “C 4”, son enfriadas llegando a ser peligrosa su compresión.

Los acuageles se endurecen y se insensibilizan, pudiendo fallar en su propagación.

Las emulsiones explosivas mantienen sus buenas características al ser apisonadas y además mantienen una excelente capacidad a temperaturas bajo 0° F (-32 °C).

Humos y gases post voladura, el balance de oxígeno de la formulación química de un explosivo dado debe ser considerado en aplicaciones subterráneas. Un exceso de oxígeno puede producir óxidos de nitrógeno (NO y NO2) y un déficit de oxígeno puede producir monóxido de carbono (CO).

Estos gases son tóxicos y la exposición a ellos puede ser fatal. Muchos factores pueden causar la emisión de gases de gases tóxicos o humos. Esto incluye iniciación inadecuada, falta de confinamiento o insuficiente resistencia al agua. En voladuras de superficie estos humos pos-voladuras raramente causan problemas, debido a que ellos son dispersados rápidamente en la atmósfera después de la detonación.

En labores subterráneas o con escasa ventilación, debe asumirse que todos los explosivos generan algo de gases tóxicos, los más comunes son monóxidos de carbono y óxidos de nitrógeno. Se debe tener en cuenta una ventilación adecuada y tiempo suficiente para que los humos se hayan limpiado.

La Vida media, de un explosivo es importante, porque los explosivos, en muchas ocasiones deben ser almacenados por tiempo prolongado, a menudo bajo condiciones desfavorables, tales como calor, frío y humedad, antes de su uso. Las dinamitas de nitroglicerina mantienen un envejecimiento normal durante el período de almacenamiento, lo cual no afecta su rendimiento energético, pero puede afectar su apariencia física y la sensitividad. La dinamita no debe almacenarse sobre 90° F (32,2°C) sobre todo si la temperatura oscila sobre y bajo los 90° F. Esto produciría en el

nitrato de amonio que contiene, presentaría un reordenamiento de los cristales. En un ambiente húmedo, la sal del explosivo exudará y formará depósitos sobre el cartucho, endureciéndolo.

B. Características de Seguridad.

Todos los explosivos además de las pruebas funcionales de la Sensibilidad, deben ser sometidos a varios tipos de estímulos: mecánicos, de calor y eléctricos para determinar su respuesta a los procesos estándar y las condiciones de uso. Las pruebas que se señalan a continuación se consideran las más comunes.

a. ***Prueba del impacto:*** varios pesos se dejan caer desde diferentes alturas sobre la muestra para determinar su sensitividad relativa a objetos que caen u otras formas de impacto. El estándar consiste en dejar caer un peso de 5 Kgs. Desde diferentes alturas hasta 100 cm.
b. ***Prueba de la vara deslizante:*** esta prueba es para determinar la capacidad de un explosivo al deslizarse sobre un objeto metálico sin la generación de ruido, luz, humo o cualquier evidencia de quemarse. Varios tipos de placas se usan para diferenciar el umbral de la sensitividad, tales como bronce, acero y nylon. Estas pruebas se realizan con o sin arenillas.
c. ***Prueba del proyectil:*** varios tamaños de la muestra son sometidos al impacto, ya sea de una bala o de un proyectil de bronce para evaluar su sensitividad a este tipo de impacto.
d. ***Prueba del péndulo de fricción:*** en esta prueba las muestras sometidas a la acción de un metal deslizante contra otro metal para determinar si el fenómeno de fricción puede iniciar una acción.
e. ***Análisis térmico diferencial:*** en este método se aplica calor a una

muestra en forma tal que se eleve la temperatura de ésta a una velocidad constante. Cualquiera desviación de esta velocidad (ya sea alza o disminución) indica la presencia de alguna especie de acción interna en la muestra. Esto permite evaluar al explosivo en consideración a la estabilidad sobre un rango de calor y temperatura.

f. ***Prueba de quema:*** muestra de diferentes portes del explosivo entre 2,32 Kgs. y 226,8 Kgs. son colocados sobre fogatas de madera o petróleo, en tiempos de 30 minutos a 6 horas, en estado confinado o sin confinar. Estas pruebas son hechas para determinar la capacidad del material para resistir al calor.

g. ***Prueba para electricidad estática:*** la muestra del explosivo es sometida a una descarga eléctrica para determinar si se produce alguna acción. Los agentes explosivos deben soportar una descarga de 25.000 volts.

CAPITULO III

3.- CLASIFICACION DE LOS EXPLOSIVOS

A. Generalidades.

Las sustancias explosivas pueden ser clasificadas por su reacción, la composición y el uso de servicio.

Los explosivos militares son divididos en dos clases, altos explosivos y bajos explosivos, según sus proporciones de composición. Ellos pueden ser clasificados más allá según el uso.

Del punto de vista de la composición, los explosivos pueden ser divididos en mezclas explosivas y compuestos explosivos.

B. Los Propulsores e Impulsores Explosivos.

Estos explosivos se usan para propulsar los proyectiles de las armas, propulsar cohetes y proyectiles, lanzamiento de torpedos y cargas de profundidad, todos ellos son bajos explosivos.

C. Explosivos Rompedores.

Se emplean para crear el grave daño al objetivo atacado, son altos explosivos, usados en forma exclusiva o como parte de la carga explosiva de minas, bombas, cargas de profundidad, proyectiles y ojivas de torpedos.

D. Explosivos Iniciadores.

La iniciación de una reacción explosiva requiere la aplicación de la energía en alguna forma. Los propulsores normalmente son encendidos por la aplicación de la llama, mientras que los explosivos rompedores son accionados por golpes fuertes, el dispositivo comienza al quemar un propulsor al que se le llama cebador, el dispositivo que comienza la reacción

de un explosivo rompedor se llama detonador.

E. Explosivos Auxiliares.

Son las cargas de los propulsores grandes y de explosivos rompedores relativamente insensibles que requieren una carga intermedia para que la llama o golpe del explosivo iniciador pueda aumentarse a fin de asegurar la apropiada reacción del explosivo principal. El explosivo auxiliar o intermedio que se emplea con los propulsores se llama carga de ignición y consiste en una cantidad suficiente de un material productor de llama para iniciar los granos del propulsor. El explosivo auxiliar usado en explosivo rompedor se llama un propulsor y consiste en una cantidad de alto explosivo más sensible que la carga rompedora.

F. Sustancias Pirotécnicas.

Las sustancias pirotécnicas militares se emplean para enviar señales visuales de color, iluminar áreas de interés y/o para simular otras armas u otras actividades y como los elementos de ignición de dispositivos de seguridad. Las composiciones de los pirotécnicos con respecto a la rapidez de su acción, son bajos explosivos, debido a sus bajas proporciones de combustión. Las características funcionales son su intensidad luminosa, la proporción ardiente, el colorido y la eficacia de producción. Para el uso en el Ejército, las composiciones pirotécnicas deben tener una cantidad aceptable de explosivo así como las características de quemado.

G. Agentes Químicos Militares.

Son una sustancia que produce un tóxico o un efecto irritante, granadas de humo, y acción incendiaria o una combinación de ambos. Estos agentes incluyen compuestos y mezclas de otra manera que las pirotécnicas y se usan como los rellenos en las bombas de artillería, de mortero, de granadas,

de cohetes y de bombas. Ellos son clasificados según el uso táctico, propósito y efecto fisiológico.

Un agente químico militar es cualquier agente o la combinación de agentes que pueden producir un tóxico, una irritación o efecto fisiológico. Tales agentes pueden estar en sólido, líquido o estado gaseoso, antes o después de la dispersión. El gas lacrimógeno puede clasificarse como persistente si permanece eficaz en su punto de descarga más de 10 minutos y no persistente si se pone ineficaz dentro de 10 minutos. Los gases lacrimógenos pueden ser clasificados más adelante según sus efectos tóxicos e irritantes.

H. Humo de Protección.

Una selección de humo es una nube que consiste en partículas pequeñas del sólidos, líquidos, o ambos, dispersos y suspendidos en el aire.

I. Incendiarios.

Un incendiario puede ser un sólido, líquido o gasificarse el semiplástico del material, por su intenso calor que arde y, puede iniciar fuego materiales combustibles e incombustibles, dañe de como de así el y vuelva inactivo el personal.

J. Gases Militares Simulados.

Los agentes simulados no son tóxicos, son esencialmente apacibles agentes que atormentan (suplentes para el agente real) diseñado específicamente para propósitos de entrenamiento.

K. Alto Explosivo.

Un alto explosivo se caracteriza por las altas velocidades a la que sus

componentes se descomponen, acción que es conocida como detonación. Cuando producto de un roce, fricción o golpe, instantáneamente se descompone, de manera similar como lo hace una combustión, sus moléculas, pero a velocidades mayores, rompiendo los enlaces de estas, a esta acción se le conoce como explosión.

L. Bajo Explosivo.

Los bajos explosivos son materiales combustibles principalmente sólidos que se descomponen rápidamente, pero normalmente no explotan. Esta acción es conocida como la deflagración.

Estos explosivos normalmente no propagan una detonación. Sin embargo bajo ciertas condiciones, ellos reaccionan de la misma manera que el alto explosivo y pueden detonar.

M. Mezclas Explosivas.

Las mezclas explosivas están compuestas de distintas sustancias, cuidadosamente preparadas y mecánicamente conglomeradas en variadas proporciones. La pólvora negra es un ejemplo típico de una mezcla explosiva.

N. Compuestos Explosivos

Los compuestos explosivos son sustancias homogéneas cuyas moléculas contienen oxígeno, carbono, e hidrógeno necesario para la combustión.

La forma de iniciar la combustión varia con las características del explosivo. Los muy sensibles al choque son accionados por cápsulas

fulminantes que detonan con un percutor o por llama que llega desde una mecha.

Los explosivos detonadores, sensibles al roce o a la elevación de temperatura, son empleados para los detonadores de fricción, de mecha estopines y detonadores.

Explosivos rompedores menos sensibles y más apropiados para ser usados, sin gran peligro en grandes cantidades, son empleados en cargas explosivas destinadas a efectuar destrucciones.

Las pólvoras, por su característica de tener combustión acelerada, pero sin llegar al máximo ya citado, se prestan especialmente para propulsar proyectiles en armas de fuego y cargas interiores de destrucciones.

La anterior clasificación no puede ser absoluta, hay pólvoras que detonan en determinadas circunstancias y explosivos rompedores (trotyl) que hacen explosión en estado cristalino, y ciertas dinamitas que suelen deflagrar.

Los explosivos rompedores, según sea el grado en que poseen esta cualidad, se emplean de diferentes maneras. Para destrucción en hierro, madera, roca dura y mampostería por medio de cargas aplicadas libremente, sólo son apropiados los altos explosivos como ser: trotyl y dinamita. Para estos explosivos no se requiere de un atranco, pero haciéndolo, aumenta el efecto. La carga debe estar en íntimo contacto con el objeto que se desea destruir.

Los explosivos menos rompedores, por ejemplo, las dinamitas nitró amoniacales comunes, se asemejan, en su efecto, más a la pólvora. Por este motivo, son especialmente apropiados para efectuar destrucciones en roca blanda y en tierra, requieren un atranco bien hecho.

CAPITULO IV

4.- CONCEPTOS TÉCNICOS BÁSICOS

A. Generalidades.

Teniendo en cuenta que los explosivos producen un trabajo externo violento, en directa proporción con el tipo y cantidad de explosivo empleado, es necesario ejercer un control sobre este trabajo con la finalidad de lograr el efecto buscado en la destrucción, remoción, voladura, entre otros.

Para el logro de lo anterior es necesario conocer y aplicar algunos conceptos que son de aplicación especifica en los trabajos con explosivos, que permiten el empleo de explosivos en forma controlada.

B. Efecto de la Onda Explosiva.

La onda explosiva genera su acción en todos los planos de una esfera, es decir en 360º de todos los planos.

De lo anterior se deduce que si se afecta uno de los planos aumentará la potencia en aquellos planos no alterados, los efectos se producirán en todas direcciones por igual y se pierde la energía que queda libre. De lo anterior se desprenden dos conceptos básicos, retacado y cara libre o libremente colocado.

C. Retacado.

El principio fundamental que se emplea para romper un determinado cuerpo, es el de acción y reacción, es decir, hay que generar una fuerza tal que sobrepase la fuerza que se opone al cuerpo por destruir, razón por la cual al colocar un retacado en el plano contrario, produce un aumento de la fuerza de acción llegando a disminuir el explosivo necesario si se retaca adecuadamente.

D. Cara libre.

De explicado en el articulo anterior queda claramente determinado que cara libre no es otra cosa que el plano en el cual no existe algún cuerpo que se oponga al trabajo que ejerce un explosivo perdiéndose la energía producida, quedando ésta expuesta a causar daños o efectos no deseados.

E. Efecto Monroe.

El efecto monroe o carga hueca, consiste en un relleno explosivo adjuntado en un embace de sección transversal se describe mejor como una "V" invertida. Al detonar el relleno explosivo, la acción de la onda expansiva en la "V" invertida crea una alta energía en el chorro de reacción lineal o puntual según sea la característica del embace (Figura 2, 3 y 4).



Figura 2 Carga Lineal de efecto Monroe

Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).



Figura 3 Carga Cóncava de efecto Monroe

Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).



Figura 4 Carga Cónica de efecto Monroe

Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).

La acción del chorro puede cortar materiales metálicos y no metálicos a profundidades significativas. La actuación del chorro de reacción puede ajustarse a la geometría de la cubierta, espesor del cuerpo por destruir, entre otros., así mismo se puede determinar el tipo de explosivo más adecuado a emplear según el efecto buscado.

La penetración máxima en un blanco se controla entonces por el espaciando entre el cuerpo y la carga.

F. Efecto de Compresión.

Es la acción que ejerce sobre un cuerpo la superficie plana en contacto de un explosivo en forma de cono APD. (Figura 5).

La acción del chorro de energía es repartida a través de toda la superficie plana en contacto con el cuerpo que se desea afectar.

Al poner atranco de sacos de arena mojada sobre el cono se produce un mayor efecto de compresión sobre la superficie que recibe el efecto de la explosión.

En el mercado nacional se puede adquirir conos desde los 100 hasta los 2.250 gramos.



Figura 5 Cono APD. de efecto de compresión

Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).

G. Colocación de Cargas.

Cargas externas, son cargas que se colocan en el exterior de un cuerpo por destruir, generalmente son retacadas para producir el efecto buscado si no son cargas de compresión o de efecto monroe.

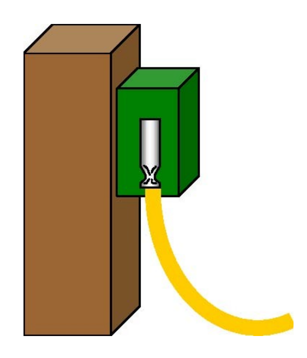


Figura 6: Colocación de cargas

Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).

Cargas internas, son cargas que se introducen en el interior del cuerpo por destruir. Este tipo de carga también se atranca obteniéndose un efecto mucho más eficaz que las cargas exteriores.

Este tipo de carga tiene la desventaja de requerir de mayor tiempo para su instalación si no se tiene el espacio necesario en el interior, como así mismo aumenta significativamente los costos y los materiales requeridos.

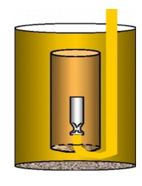


Figura 7

Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).



Figura 8 Cilindro APD. Iniciador de columnas o cargas interiores

Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).

CAPITULO V

5.- EXPLOSIVOS MILITARES

A. Generalidades y Clasificación.

Cuando se busca un explosivo para propósitos destructivos el primer requisito es emplear el explosivo más eficaz disponible, buscando el máximo efecto con medidas de seguridad aceptables. Esto normalmente significa usar la cantidad más pequeña de explosivos primarios

En la práctica, se encuentra normalmente que la eficacia máxima puede ser lograda a menudo usando una carga primaria muy pequeña para explotar un explosivo secundario o carga intermedia. Semejante carga intermedia se conoce como propulsor.

El elemento esencial en el entrenamiento con explosivo consiste en el detonador, propulsor y la carga. Las cargas explosivas son cargadas en su recipiente en forma líquida para su posterior solidificación, o bien prensados y apretados en su recipiente. Otro método emplea un sistema de presión para forzar a las mezclas plásticas adoptar distintas formas, de varios de proyectiles y bombas.

Los explosivos usados en el Ejército como de servicio son variados y constantemente están sufriendo cambios. Hay ciertos explosivos básicos, que se son usos normales como los que a continuación se detallan:

- Los Propulsores
- Explosivos Iniciadores
- Explosivos Auxiliares
- Explosivos Rompedores

B. Los Propulsores.

Los propulsores, son clasificados como base simple, doble base y compuestos. Los de base simple incluyen composiciones principalmente de nitrocelulosa y no contienen ningún ingrediente de alto explosivo como la nitroglicerina, TNT. o RDX. Los de doble base son composiciones de nitrocelulosa y nitroglicerina.

Los compuestos son composiciones que contienen mezclas de combustibles y oxidantes y pequeñas cantidades de nitrocelulosa o nitroglicerina. Hay propulsor de doble base y compuestos se dice que un propulsor tiene un quemado decreciente cuando el área de este disminuye cuando se quema. Cuando se quema un grano de multiperforacion su área total aumenta al mismo tiempo que este se quema, lo que es llamado quemado progresivo.

Hay diferentes tipos de propulsores actualmente en el uso. Algunos de los más frecuentemente usados son la pólvora negra y la pólvora sin humo.

Hay muchos tipos diferentes de propulsores actualmente en el uso. Algunos de los más frecuentemente usamos los tipos son pólvora negra y la pólvora sin humo.

La pólvora negra es un bajo explosivo, esencialmente compuesto de la mezcla de nitrato de potasio o nitrato de sodio, carbón de la leña y azufre, es higroscópica y esta sujeta al deterioro rápido cuando es expuesta a la humedad. También es uno de los explosivos más peligrosos de manejar debido a la facilidad con que se enciende por el calor, la fricción, o chispa.

Aunque el uso de la pólvora negra como un propulsor, como un proyectil que estalla, o carga ha cesado, normalmente se encontrará en el componente de la munición.

Se usa la ***pólvora sin humo*** casi exclusivamente como el propulsor para las armas y cohetes. Se fabrica bajo las condiciones y tamaños uniformes, en formas de grano, hojuelas, tiras, hojas, pelotas, cordones y granos cilíndricos.

Algunos de los tipos más frecuentemente usados de pólvora negra son el guncotton, ballistite, y cordite N.

El ***Guncotton*** es una nitrocelulosa con un alto contenido de nitrógeno, extensivamente empleado en la fabricación de propulsores de base simple. También se usa en los cebadores eléctricos el y en los detonadores iniciados eléctricamente. En la mayoría de los propulsores el guncotton está mezclado con pirocelulosa dónde se desea un aumento en el volumen de nitrógeno.

El ***Ballistite*** es una pólvora de doble base usado como un propulsor de cohetes. Está compuesto de dos substancias explosivas, nitrocelulosa y nitroglicerina, mezclado con diphenylamina que actúa como un estabilizador. Combustiona con una cantidad considerable de llamarada y humo generando un gran volumen del gases, se quema progresivamente, dependiendo de las proporciones de la composición y de las características físicas del grano, de la temperatura de la ignición y de la presión durante la reacción. Se producen en varias formas para encajar en el cohete básicamente pueden agruparse en dos tipos, de quemado restringido y quemado no restringido.

La carga de quemado restringido tiene algunas de sus superficies cubiertas con un inhibidor para controlar quemando, controlando así la superficie que se desea sea quemada, aumentando de esta forma la duración y determinando la presión en la cámara de combustión de una carga. Un cigarrillo es un buen ejemplo de esto considerando que el sector que está cubierto de papel representa el área inhibida.

Las cargas sin restricción pueden ser quemadas por toda su superficie, entregando una gran cantidad de empuje en un periodo corto de tiempo.

El ***Cordite N*** se usa como un propulsor en la munición de armas de avión. Contiene tres componentes explosivos principales. Estos componentes son nitroguanidina, nitrocelulosa y nitroglicerina produce muy poco humo y ninguna llamarada con una velocidad mas alta que el Ballistite.

C. Explosivos Iniciadores.

Una gran variedad de compuestos explosivos desarrollados para propósitos militares primitivamente, tienen gran aplicación comercial como explosivos iniciadores.

Bajo condiciones normales los iniciadores no se queman, pero detonan si son estimulados. Su fuerza es inferior pero lo suficiente como para detonar un explosivo mayor. Debido a su sensibilidad se usan en las municiones para iniciar e intensificar las explosiones.

A continuación se describen los compuestos explosivos que se usan más comúnmente como iniciadores:

a. Fulminato de Mercurio.

El fulminato de mercurio, es de color blanco cuando se encuentra puro pero generalmente, tiene un tinte amarillo o gris parduzco débil. Es un cristal sólido pesado, prácticamente no higroscópico, cuando está seco es muy sensible al calor, la fricción, la chispa, la llama y al golpe.

Es tan sensible que la mayoría de los accidentes se producen durante su fabricación, el fulminato de mercurio no puede entrar en

contacto con materiales tales como el aluminio, el magnesio, zinc, cobre, latón o bronce.

Aunque no es un iniciador tan eficaz como la azida de plomo o el dinitrito diozo fenoL (DDNP), su rendimiento es tan grande que no son necesarios en grandes cantidades. Tiene el inconveniente de su baja estabilidad y alto costo.

b. Azida de Plomo.

La azida de plomo también conocida como nitruro de plomo es un cristal color crema prácticamente insoluble al agua, cuando es almacenado en agua se debe tener cuidado en que en el agua esté libre de bacterias o impurezas que puedan hacer reaccionar la azida para formar un gas. No puede entrar en contacto con cobre, zinc y otros metales que puedan ponerlos más sensibles.

La azida de plomo tiene una temperatura alta de ignición y es menos sensible al golpe y que el fulminato de mercurio. Se usa como el detonador base en municiones de mayor calibre, como detonador de explosivo auxiliar y como detonador de carga principal. También se usa imprimando otras mezclas.

Su temperatura de explosión es de 396° centígrados. Se utiliza como carga iniciadora en la fabricación de fulminante.

c. Tetracene.

El Tetracene es un material amarillo descolorido o pálido. Es soluble en el ácido clorhídrico fuerte pero prácticamente insoluble en alcohol, agua, benceno, éter y tetracloruro carbono. El Tetracene sólo es ligeramente el

higroscópico. Explota rápidamente en la llama produciendo un gran volumen de humo negro. Es ligeramente más sensible al impacto que el fulminato de mercurio y tiene una mayor velocidad de presión máxima. La sensibilidad puede ser reducida o destruida aumentando considerablemente la densidad.

d. Diazodinitrophenol (DDNP)

El Diazodinitrophenol es un polvo amarillo castaño, soluble en el ácido acético, acetona, ácido hidro-clórico fuerte y en la mayoría de los solventes pero es insoluble en el agua. Una solución de hidróxido de sodio frío puede usarse para destruirlo. El DDNP puede desensibilizarse sumergiéndolo en el agua, ya que este no reacciona en agua a temperatura normal.

Es menos sensible al impacto pero más poderoso que el fulminato de mercurio y la azida de plomo. La sensibilidad del DDNP a la fricción es mucho menor que el fulminato de mercurio, pero está aproximadamente igual que de la azida de plomo. El DDNP es mezclado en forma de imprímante en ciertas mezclas, especialmente cuando se desea obtener una alta sensibilidad al calor.

e. Trinito Resorcinato de Plomo (Pb O2 (O2) 3)

También conocido como estifnato de plomo. Es un agente iniciador de baja calidad, pero debido a que se inflama, se usa como carga de cobertura para la azida de plomo.

El estifnato de plomo normal se presenta en cristales rómbicos finalmente divididos, de color anaranjado claro o rojizo; tiene una densidad aparente de 1.0 a 1.6. Solo es higroscópico en la proporción de 0.05%. Al contacto de una llama o al recibir un choque hace explosión con gran estampido; su velocidad de detonación es de 4.500 a 5.200 mts/seg.

D. Explosivos Auxiliares.

Los explosivos usados como el explosivo auxiliar son menos sensibles que el alto explosivo primario que es empleado en los iniciadores, cebadores, y detonadores.

Sin embargo, ellos son generalmente más sensibles que esos altos explosivos usados como cargas de relleno o los explosivos rompedores.

Cuando los altos explosivos son usados con el propósito de propulsar, ellos se desploman al rango intermedio de sensibilidad.

a. Tetrytol.

El Tetrytol es una mezcla de 80 % de tetryl y 20 % de TNT. y se diseña para obtener una mezcla que puede usarse en los tubos del booster para las bombas químicas, en unidades de demolición y en cargas de lanzamiento.

Es un explosivo que se puede emplear en cualquier demolición en que se usa T.N.T. Es más potente, es más efectivo como carga de demolición o de brecha.

La mezcla antes señalada es la mas concentrada que se fabrica, existen otras cuatro mezclas en distintos porcentajes cada una de las cuales tiene sus características especificas

b. Tetranitrato de pentaeritrita (PETN)

El PETN es uno de los altos explosivos más fuerte conocido. Es más sensible al choque o fricción que el TNT o el tetryl, nunca se usa exclusivamente como un propulsor. Se usa principalmente para cargas de

munición de pequeño calibre, en cargas superiores del detonador en algunas minas de tierra y como centro explosivo del cordón detonante. También es usado en algunas mezclas tal como el TNT. que da origen a la pentolita.

También es conocida como Pentrita. En varios grados y granulación es usado como carga base o rompedora en los fulminantes y cordones detonantes.

El PENT se obtiene por nitración y posterior refinación de disolución en acetona y precipitación por agua; la velocidad con que se agrega el agua proporciona la variación del tamaño de los granos.

c. Tetryl.

El tetryl puede iniciarse por fuego fricción golpe o chispa, se quema fácilmente y puede detonar si se quema en grandes cantidades, es usado como un explosivo propulsor y es lo suficientemente insensible para usar comprimido en un explosivo propulsor.

d. Nitronamita (Hexanitrato de Manital).

La Nitronamita funde de 107 a 109 °C; se descompone, pero sin detonar, y a temperaturas algo más altas, deflagra. La potencia rompedora de la Nitronamita es equivalente a la Nitroglicerina, lo mismo que su sensibilidad. Se utiliza como carga rompedora en la fabricación de fulminantes.

E. Explosivos Rompedores.

Actualmente existen varios tipos de explosivos de alta potencia de uso en los ejércitos del mundo, como el de las cargas booster, empleadas en relleno de bombas, torpedos minas, ojivas,

cápsulas, entre otros. Estos explosivos combinados en diversos porcentajes producen numerosos tipos de explosivos, de variadas características de sensibilidad, velocidad de presión máxima y otras cualidades especificas. Algunos de estos explosivos más comunes se mencionan a continuación:

a. Trinitrotolueno.

Trinitrotolueno, conocido normalmente como TNT., es el componente de muchos explosivos, como el amatol, pentolita, tetrytol, torpex, tritonal, picratol, ednatol y la composición B.

En una forma refinada, el TNT es uno de altos explosivos más estable y puede guardarse por largos periodo de tiempo. Es relativamente insensible a golpes o fricción, no es higroscópico y no forma compuestos sensibles con metales, pero puede formar compuestos inestables que son muy sensibles al calor e impacto. El TNT. puede exudar un líquido castaño aceitoso y formar humedad en el suelo. Este exudante es inflamable y puede contener partículas de TNT. que deben ser retiradas muy cuidadosamente.

El TNT puede usarse como un propulsor, como agente de voladura, como carga explosiva de una bomba, o como mezcla para conformar otro explosivo.

Al igual que otros explosivos, pero en más alto grado, es afectado por la luz del sol. Es prácticamente insoluble en agua, soluble en alcohol, éter, benceno, bisulfito de carbono, acetona y algunos otros solventes.

b.- Ciclotrimetilenetrinitramina. (RDX)

Es también llamado cyclonite o hexogen, el RDX es normalmente un

sólido cristalino blanco usado en las mezclas con otros explosivos, aceites o ceras; raramente se usa en forma exclusiva. Tiene un alto grado de estabilidad en el almacenamiento y es considerado el más poderoso y veloz de los explosivos militares.

La sensibilidad al choque de la ciclonita es mayor que la del T.N.T., lo mismo que la iniciación por la azida de plomo. La ciclinita tiene un gran poder rompedor, al igual que el PENT; por consiguiente, el RDX. puede considerarse igual a cualquier explosivo sólido. La estabilidad del RDX es bastante mayor que la del PENT. Se puede utilizar como carga rompedora en la fabricación de fulminantes.

Las composiciones derivadas del RDX., son mezclas de RDX. con otros ingredientes explosivos, material inerte y desechos de plantas industriales de plástico, el RDX forma la base para los explosivos militares como la composición A, composición B, composición C, HBX, H-6 y Cyclotol

c. Composición "A".

La Composición "A" es un explosivo consistente en granos de RDX y cera plástica. Las cinco variedades de composición A que se han desarrollado se han designado como la composición A-1, A-2, A-3, A-4 y A-5. La composición A-4 y A-5, se ha desarrollado agregado un desensibilisador, pero estos explosivos no son de uso común. La composición A se usa como el carga de estallido en municiones navales minas terrestres y cohetes.

d. Composición "B".

La composición "B", consiste en mezclas de RDX y TNT fundidos, pueden ser mezclados con otros elementos para desensibilizar. La composición B se usa como un rompedor en los proyectiles, en cohetes, en minas terrestres y en cargas de demolición.

e. Composición "C".

La composición "C" es un explosivo de demolición plástico consistente en RDX, otro explosivo y ceras plásticas. Puede amoldarse a mano para el uso en el trabajo de la demolición, para formar la carga. Aunque las composiciones C-3 y C-4 son las únicas formulaciones que actualmente están usándose, pueden encontrarse de todavía C-1 y C-2.

Se puede usar en todas las destrucciones en que se usa T.N.T., obteniéndose mejores resultados por ser más potentes. A temperaturas de 18° y 43°, es plástica, haciéndose más manuable. A temperaturas inferiores se endurece y se quebraja con facilidad.

A temperaturas inferiores a 43° se hace menos sensible que el T.N.T., siendo necesario para su detonación, un detonador N° 8. Sin embargo, si ha perdido su elasticidad por haber estado almacenado a temperaturas inferiores, se hace sumamente sensible y peligroso su manejo. No debe ser expuesto a la llama, pues se incendia muy fácilmente y arde con llama viva e intensa, pudiendo detonar debido al calor que desarrolla.

Su detonación produce gases venenosos. Apta para usarla como carga submarina.

f. Composición "C-2".

Este es un explosivo similar a la Composición "C". Retiene su plasticidad entre las temperaturas de –29° y de + 52°C. Su grado de sensibilidad es más o menos similar al del T.N.T. cuando está en estado plástico. En todos los demás estados es igual a la Composición "C".

Tienden a exudar fluidos, lo cual no afecta ni su sensibilidad, ni otras

propiedades.

g. Composición "C-3".

La Composición C-3 es un explosivo plástico más potente que el T.N.T. Se quema con llama viva, a temperatura normal tiene la misma sensibilidad que el T.N.T., a menos de 20°F. se pone duro y quebradizo y sobre 120°F. llega a ser extremadamente blando y exuda.

Por su alta velocidad de combustión y su plasticidad es especialmente apta para cortar hierro y objetos de forma irregular. Se puede usar bajo el agua, pero convenientemente envasado para prevenirla de la erosión.

Se hace detonar con un detonador especial, que se diferencia de los corrientes en que tiene una carga reforzadora de tetrilo. Con el detonador corriente no siempre detona; es más conveniente hacerlo con cordón detonante.

h. Composición "C-4".

Es un explosivo plástico de color blanco, envasado en un material plástico que tiene en sus extremos orificios para la colocación de los inflamadores. Es más potente que el T.N.T.; no tiene acción fisiológica y no mancha las manos como la Composición C-3. Tiene la misma sensibilidad que el T.N.T. Es más estable y menos peligrosa que le Composición C-3; además es menos propensa al efecto de la erosión y se puede mantener por largo tiempo bajo el agua.

Por su alta velocidad de combustión y plasticidad, es especialmente apta para cortar hierro, concreto, entre otros.

Se hace detonar por los mismos medios que la Composición C-3.

i. Picrato de Amonio (Explosivo D).

El picrato de amonio es el menos sensible al choque y la fricción de todos los explosivos militares. Esto lo hace bien adecuado para el uso como carga de estallido en los proyectiles penetrantes de blindaje y en otros tipos de proyectiles que deben resistir un violento choque antes de la detonación.

j. Explosivo Plástico Garantizado (PBX).

PBX es un término aplicado a una variedad de mezclas explosivas que tienen alta fuerza mecánica, buenas propiedades explosivas, relativa insensibilidad a la manipulación y choque, y alta sensibilidad de rendimiento termal.

Los PBX contienen un porcentaje de explosivo básico como RDX, HMX, HNS, o PETN, en una mezcla con un enlazador polimérico. Los siguientes PBX se usan actualmente para los propósitos militares:

k. Pentolita.

Es una mezcla de T.N.T y de PETN, en distintos porcentajes según las necesidades de empleo. Se usa como iniciador de agentes explosivos de alta presión detonante (A.P.D.). En forma de conos se le utiliza para voladuras secundarias. Además existen algunas mezclas que se les agregan otros aditivos como polvo de aluminio que aumenta considerablemente la potencia.

La Pentolita se obtiene fundiendo primero el T.N.T. a baño de maría y luego se dispersa el PETN en la masa fundida. Este explosivo es sensible a

un detonador N° 6 y los cordones detonantes de más de 25 grains/pie.

I. HMX.:

El HMX o también conocido como Octogen es una mezcla explosiva que aparece en cuatro modificaciones donde sólo la modificación B despliega una densidad particularmente alta, y también una proporción de detonación particularmente rápida.

El compuesto se forma como un derivado, durante la fabricación de Hexogen por el proceso Bachmann (del tetramine, hexamethylene, nitrato del amonio, ácido nítrico y anhídrido acético). En el se obtuvieron como un solo producto, cuando se trata de 1, 3, 5, 7 tetrazacyclooctane con el anhídrido acético, nitrato de amonio y ácido nítrico.

Anteriormente, el material de arranque se forma cuando el anhídrido acético se hace reaccionar con el dinitrato de tetramine de hexamethylene.

En las cargas de gran potencia, el Octogen tiene un trabajo tan potente y eficiente como el Hexogen.

Es prácticamente insoluble en el agua. Sus solubilidades en otros solventes se parecen a las del Hexogeno.

CAPITULO VI

5.- EXPLOSIVOS INDUSTRIALES

A. Generalidades.

La fabricación de explosivos industriales ha tenido en los últimos años un crecimiento y un desarrollo importante, razón por la cual en el mercado nacional es posible encontrar una amplia variedad de productos que conociendo sus características particulares de cada uno, permiten una selección adecuada al propósito que se persigue con el empleo del explosivo.

Los explosivos industriales se pueden encontrar con distintos nombres para un mismo producto según sea su fabricante, para su elección se deberá hacer un profundo análisis de las características específicas que cada fabricante introduce a sus productos, los cuales normalmente consigna en sus catálogos de ventas.

B. Pólvoras.

Pólvora de Minas

Una pólvora de minas debe contener un 70% de nitro, 12% de carbón y 18% de azufre. Su granulación debe ser más o menos esférica y de diámetro inferior a 3 mm. Una pólvora bien fabricada y conservada presenta un color gris pizarra; si es demasiado negra contiene exceso de carbón o está húmeda. Expuesta al aire sólo absorbe de 1,5 a 2% de humedad (las pólvoras malas hasta 14%).

Si contienen poco exceso de agua, pueden ser secadas. Si por el contrario tienen mucho exceso y se secan, pierdan sus cualidades primitivas

de eficacia. La fluorescencia de nitro, que se manifiesta por puntos blanquecinos, indica que la humedad ha sobrepasado los límites aceptables y entonces la pólvora debe quedar fuera de uso.

Encendida sobre una hoja de papel blanco, debe quemarse quedando intacta la hoja y sólo ahumándola ligeramente, sin dejar residuos; manchas negras serán indicio de exceso de carbón y manchas amarillas, exceso de azufre. Sus granos no deben romperse bajo la presión de los dedos.

La pólvora de minas (pólvora negra) se descompone más lentamente en gases que los explosivos con alta velocidad de presión máxima. Las cargas aplicadas libremente tienen sólo reducido efecto; por esta razón, siempre necesitan de un retacado. Se presta especialmente para emplearla en cargas de destrucción y remoción (piedra, tierra, albañilería). Su empleo en campaña es eventual. La inflamación se obtiene por el haz de fuego de una mecha de combustión, entre otros.

La pólvora de minas se puede hacer explotar por chispas, por golpe o por fricción entre superficies duras y ásperas; su manejo requiere por consiguiente, precauciones especiales. Como es sensible a la humedad, se la debe almacenar con cuidado. El peso de 1 metro cúbico de pólvora suelta es aproximadamente de 904 Kg.

Pólvoras sin humo.

Pólvora de nitroglicerina. Estas contienen nitroglicerina y nitrocelulosa.

Pólvoras de nitrocelulosa. Estas contienen sólo nitrocelulosa como materia explosiva.

En las pólvoras sin humo la potencia es medida por el título nitrométrico

que es el índice del grado de nitración de la nitrocelulosa y también por la cantidad de la nitroglicerina que contiene esta última.

Son poco sensibles a los choques o poco higroscópicas. No son muy estables, pues aún siendo fabricadas con elementos de gran pureza, descomponen lentamente a la temperatura ordinaria. El aumento de temperatura (aun conteniendo impurezas) acelera la descomposición, con elevación progresiva de temperatura que puede llegar a inflamar la pólvora.

La pólvora sin humo arde más lentamente que la pólvora de minas y, por lo tanto, su explosión es más retardada; esta lentitud es tanto mayor cuanto más grueso sean los granos de la pólvora; la de granos muy gruesos, como por ejemplo la pólvora de tubitos, es completamente inadecuada para destrucciones. Por consiguiente, para éstas, debe emplearse la pólvora de granos finos; además debe retacarse bien. La pólvora sin humo puede emplearse únicamente para destrucciones en piedras y tierra. Para hacerla explotar, se necesita un detonador.

C. Dinamitas.

Una de las más interesantes características de las dinamitas es su flexibilidad en términos de las propiedades de los explosivos. Aquellas dinamitas que poseen velocidades muy altas de detonación, que tienen excelente resistencia al agua, que pueden funcionar bajo altas presiones, que son capaces de resistir temperaturas extremadamente bajas y que son factibles de ser fabricadas en diferentes tipos de envase para ser usadas en aplicaciones especiales ; se siguen manteniendo en el mercado.

Las primeras formulaciones de las dinamitas eran mezclas de nitroglicerina pura con arcillas o aserrín. Posteriormente estas han sufrido diferentes composiciones, siendo más sofisticadas, con un infinito número de

variaciones que están en base a cinco grupos de elementos: nitroglicerina, nitroglicol, nitrocelulosa, sales oxidantes e ingredientes combustibles.

La parte líquida de las dinamitas consiste de una mezcla de dos ésteres orgánicos nitrados, los cuales son denominados como "NG", refiriéndose tanto a la nitroglicerina como al nitroglicol. Hoy, en todas las dinamitas "NG", nitroglicerina es a menudo el de menor porcentaje de los dos, debido a que el nitroglicol es el que tiene el punto más bajo de congelación, mejor estabilidad al calor y es el menos costoso de los dos.

El contenido de NG de las dinamitas varía desde un 5% hasta un 90% de su composición, de acuerdo a la velocidad de detonación, la energía liberada y la resistencia al agua requerida para su uso.

La nitrocelulosa, sirve como un "gelificante" o agente de espesamiento para enlazar los ésteres líquidos a los otros ingredientes y prevenir la exudación o "lecheamiento" del aceite explosivo. También previene la desensibilización de la dinamita por el agua. Es usualmente solo un muy pequeño porcentaje de la formulación.

El balance se hace entre las sales oxidantes y los combustibles. El oxidante es principalmente nitrato de amonio, el cual es dimensionado en el tamaño del grano y su recubrimiento para regular su densidad, mejorar la resistencia al agua y nitrato de sodio el cual no es necesariamente dimensionado.

El balance entre los ingredientes combustibles y las sales oxidantes puede contribuir a la resistencia al agua y al control de la densidad. Los ingredientes comunes incluyen: almidones, aserrín de madera, harinas de trigo, de maíz, cáscaras molidas, entre otros., y azufre, y gomas vegetales. En las dinamitas permisibles se agrega una sal inerte, tal como cloruro de

sodio para bajar la temperatura total de la detonación.

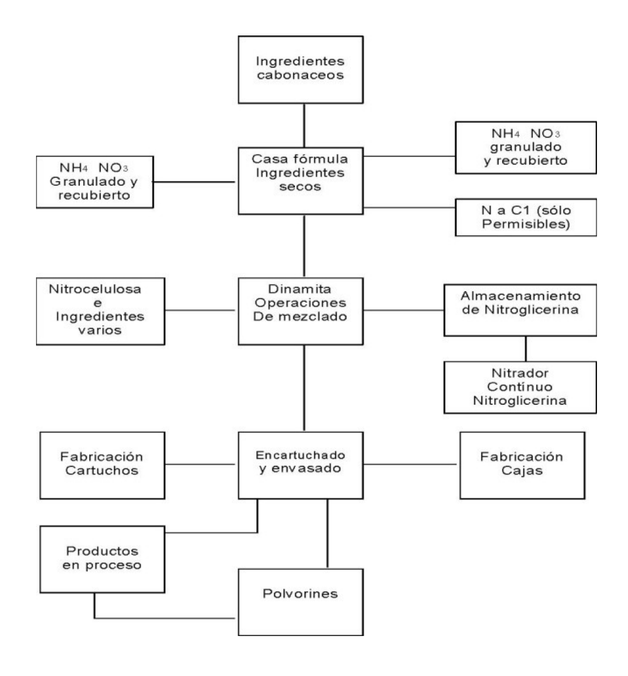
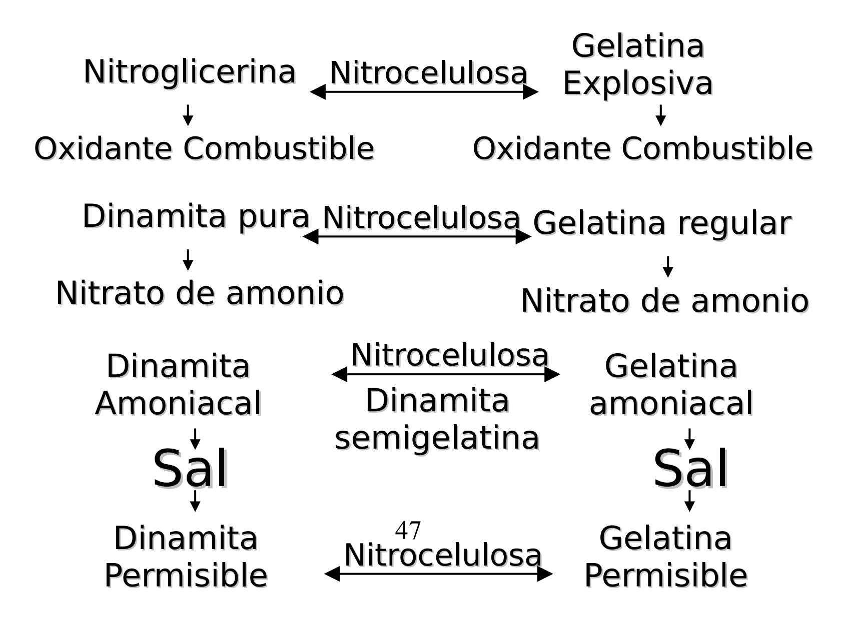


Figura 8 Cadena y reacciones

Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).

Estos cinco ingredientes, más la sal para los grados permisibles, son variados para producir dinamitas en un rango amplio de propiedades, las cuales recaen en las siguientes categorías generales.



Dinamita Nitroglicerina o Regular.

Hoy día las dinamitas puras, no son más puras debido a que ellas contienen varias proporciones de ingredientes activos, substituyendo el Kiesselguhr, produciendo mejores características. Entre los ingredientes usados para mejorar esta capacidad fue el nitrato de sodio que produce mayor energía y un mejor balance de oxígeno.

Su alta densidad y alta velocidad producen una buena velocidad de presión máxima y buen efecto de ruptura . Generalmente tienen buena resistencia al agua, pero humos de características pobres, lo cual perjudica su trabajo en minas subterráneas.

Además su alto costo, su importancia y uso industrial a disminuido. Hoy días, estas dinamitas se están usando para abrir zanjas en terrenos húmedos mediante la técnica de propagación por simpatía.

Dinamita Amoniacal (Amon Dinamita).

El uso de nitrato de amonio fue un avance importante, ya que el nitrato de amonio se descompone completamente, agregando energía.

En estas dinamitas una porción de la NG es reemplazada por nitrato de amonio. Esta amonio dinamita generalmente tiene una densidad más baja una mayor fuerza de choque y más tolerancia a la fricción, tienen además baja y media velocidad y exhiben una acción más intensa debido al aumento de la producción de gas. Estas dinamitas son aconsejables para usos en terrenos relativamente blandos. La potencia y la densidad de las amonio dinamitas pueden ser variadas grandemente por el cambio de la razón de los ingredientes.

La mayoría de las amonio dinamitas, tienen desde pobre a excelente resistencia al agua y por eso son limitadas en su uso.

Dinamita Gelatina.

En 1862 Alfred Nobel preparó nitrocoton (nitrocelulosa), buscando una sustancia que pudiese retener NG EN PRESENCIA DE AGUA. En 1873 Maynard encontró que la nitrocelulosa con un bajo contenido de nitrógeno que fue usado anteriormente por Nobel produce una solución llamada colodión. En 1875 Nobel se cortó un dedo y le aplico Colodión.

Entonces decidió ensayar sus efectos sobre NG, lo cual produjo una gelatina muy plástica y cohesiva.

Dinamita Gelatina Regular.

Esta dinamita contiene una razón alta de nitrocelulosa a NG. A causa de su consistencia altamente gelatinosa, tiene una alta resistencia al agua. Nobel preparó una dinamita que contenía 91% de NG, 8% de nitrocoton y 1% de tiza y produjo una sustancia que tenía una textura y apariencia a la goma crepé. Esta fue llamada Gelatina Explosiva. Similar al desarrollo de esta gelatina explosiva, nitrato de sodio y otros ingredientes carbonáceos se agregan para obtener un balance de oxígeno más ajustado y de alta energía.

***Dinamita Amoon-Gelatina*.**

El tipo de dinamita gelatina que tiene nitrato de amonio y un alto contenido de NG para formar un producto plástico y cohesivo con buena resistencia al agua. Las amón gelatinas tienen densidades y velocidades altas, lo que da presiones altas de detonación, lo cual las convierte en excelentes Booster (Reforzadores). A causa de su alta energía producida ellas son excelentes para disparos en rocas duras.

Dinamita Semigelatina.

Una semigelatina está entre las amon dinamitas de alta densidad y las amon gelatinas. Las dinamitas semigelatinas muestran una presión de detonación moderada y una cantidad adecuada de resistencia al agua para casi todas las condiciones más severas. La importancia de esta semigelatina está basada en condiciones económicas. Ellas dan una cantidad alta de unidades por caja y cuestan menos por cartucho que las gelatinas de potencia equivalente, pero tiene menos resistencia al agua.

Dinamitas Permisibles.

Son específicamente formuladas y desarrolladas para minas subterráneas de carbón, debiendo pasar todas las pruebas específicas que aseguren la permisibilidad para uso en minas subterráneas de carbón.

Dinamitas Especiales.

Además de todas estas categorías, puede haber numerosos requerimientos especiales para cada grupo familiar específico. Estos incluyen:

1 **Extra densidad:** para asegurar su sumergimiento en hoyos con agua. Esto se obtiene por mezclas especiales de sales oxidantes e ingredientes combustibles que dan productos envasables de alta densidad.

2 **Extra resistentes al agua:** que tienen altos contenidos de NG y nitrocelulosa también como gomas resistentes al agua y envases resistentes al agua.

3 **Extra resistentes a la presión:** obtenidas agregando rellenos de baja densidad que no colapsan por el incremento de la presión del agua y/o contenidos adicionales de NG.

Extra velocidad de detonación: Obtenidas variando el contenido de NG y el tamaño de las partículas de las sales oxidantes.

4 **Para climas calurosos:** Con bajo contenido de nitroglicol.

5 **Para climas fríos:** Contenidos altos de nitroglicol para prevenir enfriamientos bajo - 40°C.

A las dinamitas que tienen rangos de densidades desde 0,8 grs/cc a 1,6 grs/cc están entre los grados comerciales disponibles. Dinamitas con velocidades de detonación tan baja como 1.800 mts/seg y tan altas como 7.600 mts/seg se fabrican. Dinamita que funcionen bajo –75° C y a presiones de 1.000 psi. están también disponibles a costos razonables.

D. Emulsiones.

Las emulsiones explosivas son preparadas en la forma de emulsiones de agua en aceite. La fase interna está compuesta de una solución de sales oxidantes suspendida como finas gotas microscópicas, las cuales están rodeadas por una fase combustible continua. La emulsión así formada es estabilizada contra la separación de líquido por un agente emulsificante.

Un agente de relleno, para el control de la densidad es entonces dispersado a través de la emulsión matriz. Este agente hínchante puede ser burbujas ultrafinas de aire o burbujas artificiales de vidrio, resina, plástico u otro material, lográndose densidades desde 0,8 grs/cc a 1,35 grs/cc. El agente de relleno determina y controla la sensitividad del producto emulsión, lo que determina si el producto es sensible a la iniciación por un detonador o un agente explosivo que requiere de un reforzador para su iniciación. Las emulsiones resultantes pueden servir como matrices detonables para llevar combustibles sólidos, tal como aluminio, lo que permite productos de diferentes potencias, ya que cada microcelda está cubierta con un aceite

exterior, las emulsiones tienen excelente resistencia al agua y no es necesario que estén envasadas para su capacidad de funcionar bajo agua.

Propiedades Físicas.

Debido a la estructura fundamental de las emulsiones agua en aceite, su consistencia física está relacionada primariamente con las propiedades del combustible. Puesto que hay una considerable libertad en la elección de los combustibles inmiscibles en agua, las emulsiones pueden ser hechas en una variedad de formas: desde dura, composiciones como masilla y fluidas que pueden ser bombeadas.

La consistencia firme es preferida para productos envasados. Por su naturaleza física y las características de las emulsiones con agua envasadas. Por su naturaleza física y las características de las emulsiones agua en aceite, ellas tienen la propiedad poco común de retener esencialmente la misma consistencia y tacto en un amplio rango de temperaturas. Por ejemplo entre –10°C y 35°C hay muy poca diferencia en la viscosidad y naturaleza de los productos. La estabilidad de las emulsiones es excelente. Composiciones de este tipo han mantenido virtualmente sus propiedades intactas por más de un año en condiciones normales de almacenamiento. En la figura siguiente se muestra esto:

Energía Termoquímica.

Los explosivos son fabricados con diferentes elementos químicos, después de la aplicación de suficiente energía de calor y choque por un detonador, el explosivo reacciona muy rápido; esto es una detonación.

Durante la detonación, enormes cantidades de energía termoquímica son liberadas en forma de gases rápidamente expansibles y con temperaturas extremadamente altas. La cantidad de trabajo ejercida sobre la

roca que lo rodea es directamente proporcional a la cantidad de energía termoquímica desarrollada por el explosivo que está detonado. Las unidades de energía son expresadas en calorías por gramo (cal/gr) en el caso de potencia por peso o calorías por centímetro cúbico (cal/cc) lo que describe la potencia absoluta por volumen.

La razón de la cantidad de energía liberada por un explosivo es la energía termoquímica es la medida de la eficiencia de un explosivo.

Las emulsiones son explosivos muy eficientes debido primordialmente al tamaño microscópico de sus partículas. En contraste, los explosivos que son granulares y que están constituidos por tamaños variables de partículas, tales como ANFO o acuageles, los cuales no tienen una velocidad uniforme de quedar y por consiguiente, no serán tan eficientes.

Estudios que comparan la energía termodinámica calculada a la medida por la técnica de la burbuja bajo agua, que están dan un 93% de la calculada. Se ha encontrado que las emulsiones son significativamente más eficientes que los acuageles.

La energía termoquímica de las emulsiones puede ser aumentada por la adición de cantidades variables de aluminio.

Seguridad.

Las emulsiones fallan con las pruebas standrad de impacto y fricción que se han realizado por muchos años en la industria de los explosivos. Las emulsiones, cuando son colocadas contra una placa de metal, fallan a detonar bajo el impacto de un proyectil 30.06. Otra prueba de impacto a alta velocidad demostró que tienen una mayor resistencia a la detonación por impacto que acuageles o dinamitas.

Un proyectil de bronce con un diámetro de 15 mm. y un peso de 19 grs. y con una superficie frontal plana fue disparada con un arma especialmente diseñada contra el explosivo que estaba colocado en un contenedor circular con un diámetro interior de 30 mm. Y una longitud de 30 mm.

La velocidad del proyectil fue medida con fotocélulas y si hubiese una detonación era indicada por un péndulo que reaccionaba con la onda de choque. Esta prueba da una indicación de la sensitividad de un explosivo al impacto. Aunque estas pruebas demuestran que la emulsión ofrece un mayor estas detonarían sometidas a condiciones más severas: En los explosivos y sin considerar a su grado de seguridad, nunca debe abusarse de estos.

Velocidad de Detonación.

Debido al tamaño extremadamente fino de la partícula, la velocidad de detonación de la emulsión es muy alta. Mientras que la velocidad de detonación puede disminuir algo cuando el diámetro disminuye o se agrega aluminio, la VOD alta es cuando se le compara con otros explosivos con base de agua.

Presión de Detonación.

Ya que las emulsiones tienen una velocidad alta de detonación y una densidad relativamente alta, tienen también una presión alta de detonación. La presión de detonación de la emulsión medida por la prueba "técnica del acuario" se ha encontrado que está entre 100 y 120 Kbar. Por este resultado, las emulsiones son particularmente adecuadas para mejorar la fragmentación en roca dura masivas, para romper fondos de roca dura y o para usarlo como booster en mezclas de ANFO.

Sensibilidad.

La sensibilidad de la emulsión puede variarse desde la de un alto Explosivo sensible a un detonador N° 8 la de un agente explosivo que requiere de un Booster (Reforzador) para iniciarse. Hay emulsiones que usan burbujas de vidrio o microesferas como sensibilizador en vez de burbujas de aire. A diferencia de las burbujas de aire atrapadas, las microesferas no son comprimidas bajo las presiones que se presentan en las perforaciones con agua, por efecto de la columna de ésta Por consiguiente, la sensibilidad de las emulsiones no cambia bajo las altas presiones encontradas en perforaciones con agua en algunas operaciones de voladura de superficie.

Resistencia al Agua.

La resistencia al agua de un explosivo es expresada como su capacidad para estar sumergida en agua y detonar siempre. Debido a la naturaleza protectora de la membrana de aceite y cera que rodea las gotitas de nitrato de amonio, las emulsiones son altamente resistentes al agua. Las emulsiones no requieren estar íntegramente para resistir al agua. Por eso, emulsiones explosivas son la mejor elección cuando se encuentran perforaciones húmedas o con agua.

E. Agentes Explosivos.

Un agente de voladura es cualquier material o mezcla que consista en un oxidante y un combustible, que se utiliza en voladuras, no calificado como explosivo y que ninguno de sus componentes está clasificado como explosivo, siempre que el producto final no pueda detonar por medio de un detonador Nº 8. El término nitrocarbonitrato se usa como sinónimo de agente de voladura.

En una primera etapa, los agentes de voladuras usaban combustibles de carbón sólido combinado con nitrato de amonio en varias formas. A través de la experiencia se encontró que el petróleo diesel mezclado con nitrato de amonio daba el resultado mas deseado.

Luego el termino ANFO. (amonium nitrate fuel oil) llego a ser sinónimo de agente de voladura seco.

El **ANFO**, da un excelente rendimiento como explosivo de bajo costo, sobresale por su producción de gas durante la detonación y da una velocidad moderadamente alta de detonación, pero es muy dependiente de su diámetro. Una de las mayores desventajas del ANFO es el hecho de que es muy soluble en agua y no puede ser usado en perforaciones húmedas porque llega a ser desensibilizado.

Como un agente explosivo requiere un primer (reforzador) para una adecuada iniciación. Una adecuada iniciación del ANFO puede optimizar el rendimiento del ANFO con mejores beneficios económicos en la operación de voladura.

Una de las mejoras más significativas del ANFO ha sido el desarrollo de las mezclas Emulsión/ANFO. Diferentes razones entre Emulsión y ANFO cambian las propiedades físicas y explosivas del ANFO. Sin embargo, el mayor beneficio de la mezcla Emulsión/ANFO es el aumento de la resistencia al agua del ANFO; una mezcla

50:50 Emulsión/Anfo puede ser cargada directamente en perforaciones húmedas. Mezclas de Emulsiones/ANFO son usadas en muchas operaciones produciéndose un mejoramiento en rendimiento y fragmentación con respecto al ANFO.

El **Nitrato de amonio** (NH4 NO3) es producido por la

neutralización del ácido nítrico con amonio. La solución resultante es evaporada y convertida en prills, granos, copos, o forma granulada de nitrato de amonio sólido.

Tipos de nitrato de amonio.

Grado agrícola: Este producto debe ser denso y duro, su densidad generalmente está sobre 0,90 grs/cc. El prills grado agrícola es esférico, toma su color de la arcilla que lo recubre, y generalmente es polvoriento por su alto contenido de arcilla.

Grado explosivo: Una torre alta de es usada para producir los prilles, debido a que la solución de nitrato de amonio es entregada a la cabeza del pulverizador contiene 4% de agua. La altura adicional permite mayor tiempo de residencia en la corriente ascendente de aire para congelarse. La mayoría del 4% de agua es mantenida dentro del prills durante la caída controlada, que al evaporarse deja los huecos necesarios dentro del prills (pelotita), estos huecos aumentan la porosidad del prills, lo que a su vez mejora la capacidad del nitrato de amonio para absorber petróleo.

Propiedades.

Las propiedades más importantes de los prills grado explosivo son: bajo contenido de arcilla, bajo contenido de humedad, buen escurrimiento, buena absorción de petróleo, baja densidad de partícula, buena fragilidad y consistencia, y no endurecerse (no forma terrones). Arcillas y agentes recubridores van sobre la superficie del prills, para evitar que se apelotone sino es tratado adecuadamente, especialmente en climas de humedad y calurosos. El Prills grado agrícola contiene aproximadamente un 3% de

kieselguhr para cumplir este fin.

Los prills son afectados perjudicialmente por la humedad. Contenidos altos de humedad hace más susceptible de apelotonarse bajo las condiciones de transporte y almacenamiento. La humedad también interfiere con la capacidad de un prills para absorber y retener el petróleo. El Nitrato de Amonio en cualquiera de sus formas es extremadamente soluble en agua. Por esta razón el Anfo que va a ser usado como agente de voladura en perforaciones con agua debe ser envasado en contenedores a prueba de agua para funcionar adecuadamente.

Friabilidad o fragilidad, es un término usado para describir lo blando o duro de un prills Debe ser lo suficientemente blando para romperse y proveer sensitividad y buena densidad de carga en perforaciones en minas subterráneas donde el ANFO es cargado por inyección con aire en perforaciones de diámetros pequeños. Por supuesto, hay una correlación entre fragilidad y densidad. Un prills de nitrato de amonio agrícola es muy duro (y denso) y en acuerdo a eso es muy poco frágil. Un buen prills grado explosivo, a diferencia, debe tener menos resistencia y una cierta fragilidad, no obstante, debe ser bastante rígido para resistir la manipulación normal en el terreno y no romperse tanto que se transforme en polvo.

Especificaciones.

Un buen prills grado voladura es poroso, lo que lo capacita para absorber y mantener la cantidad correcta de gas-oil (5,7%). El aceite es distribuido a través de la partícula prills, mejorando la detonabilidad de las mezclas con aceite. Un prills con bajo contenido de aceite, contiene un exceso de oxigeno que disminuye la velocidad de detonación y la energía de reacción, prills con exceso de aceite tiene una deficiencia de oxigeno que también afecta el rendimiento.

La capacidad de un prills/aceite para ser detonado depende fuertemente de la densidad del prills, tales como el grado agrícola, a menudo no detonan del todo, o si lo hacen, dan una velocidad muy baja de detonación y pueden morir a lo largo de la perforación, no haciendo trabajo útil. La densidad de un buen prills debe ir en el rango de 0,73 – 0,82 grs/cc.

Clasificación.

El nitrato de amonio, tanto grado agrícola, como grado explosivo es clasificado como un oxidante. Considerando que no contiene más de un 0,2% de carbón, puede ser embarcado a granel o envasado en sacos de plástico o de varias capas de papel.

Cuando el nitrato de amonio contiene más de 0,2% de carbón, como en el caso del ANFO, las mezclas resultantes deben ser almacenadas de acuerdo con las regulaciones locales y estatales pertenecientes al almacenamiento de materiales explosivos.

El Nitrato de Amonio responde a los cambios de temperatura, cambiando su estructura cristalina. Este fenómeno es llamado Ciclamiento. El nitrato de amonio es higroscópico, en otras palabras, fácilmente toma humedad y la retiene bajo condiciones de temperatura y humedad. Las temperaturas a las cuales se produce el ciclamiento bajo condiciones normales son 17,78°C y 32,22°C. Por consiguiente, el explosivo guardado durante las cuatro estaciones sufrirá algún tipo de ciclamiento. Durante el verano en polvorines con mala ventilación localizado al sol, el ciclamiento por temperatura se puede producir diariamente.

Además, el Nitrato de Amonio es soluble al agua, si no está recubierto,

puede tomar agua de la atmósfera y disolverse lentamente por si mismo. Por esta razón, los prills grado explosivo tienen un recubrimiento protector que da algún tipo de resistencia al agua.

Cuando el nitrato de amonio ha estado expuesto a humedad y temperatura, su estructura cristalina cambia; este es el primer ciclo. Después que el nitrato de amonio ha experimentado más de algún ciclo, el recubrimiento protector se rompe la humedad del aire se condensa sobre las partículas, el ciclamiento continúa, y más agua se condensa sobre las partículas de nitrato de amonio, la masa se disolvería y eventualmente recristalizaría en cristales mucho mayores que el cristal original.

Además, el ANFO después de los ciclos de temperatura, habrá algunas de mayor densidad producidas por la concentración de cristales pequeños y otras áreas de baja densidad debido a la formación de cristales grandes, el rendimiento del producto ciclado no será consistente.

Mezclas Anfo.

Anfo fabricado con nitrato de amonio mezclado con gas-oil N° 2 nivel de 5,5 - 6,0% en peso, produce un agente explosivo práctico y barato.

Esta razón óptima provee la mejor capacidad explosiva y los menores humos tóxicos (es importante recalcar que solo gas-oil N° 2 debe usarse). gas-oil N° 1, kerosén y gasolina no deben usarse. Estos combustibles no mejorarían el rendimiento. Puesto que estos combustibles aumentarían el peligro de explosión de los gases, debido a su volatibilidad y bajo punto de inflamación.

CAPITULO VII

7.- CÁLCULOS PARA EL USO DE EXPLOSIVOS.

A. Factores en el cálculo de cargas

Tipo y resistencia del material:

Existen gran variedad de materiales que cada uno se comporta de manera diferente al momento que una fuerza se ejerce sobre el, y dentro de materiales del mismo genero también hay variaciones en cuanto a resistencia como por ejemplo las maderas que a pesar de ser madera existen unas más resistentes que otras, por lo que podemos decir tipo: madera, resistencia: alta o baja. Para cada tipo de material existen diferentes formulas

Tamaño y forma del blanco:

Este factor también es determinante al momento de realizar una voladura debido a que mayor tamaño requiere más cantidad de explosivos e igualmente la forma del blanco influirá en a cantidad de explosivo y trae como consecuencia las diferentes formas de colocación de las cargas así como su distribución en el blanco. Si por ejemplo el blando a destruir es

grande como un muelle se deben colocar varias cargas para obtener un mejor resultado.

Efecto de demolición deseado:

Es importante al momento de realizar un proyecto de voladura, ya que dependiendo de la disponibilidad de los equipos buscaremos un efecto acorde a nuestras herramientas o equipos, por ejemplo, si realizo la destrucción de un puente de concreto armado y posterior a la demolición tengo que retirar los escombros, si el esponjamiento es mucho necesito mayor cantidad de vehículos para retirar el material pero si los restos son muy grandes o pesados y los camiones no tienen la capacidad de soporte para ese material entonces existe la necesidad de realizar otra voladura para poder fraccionar la roca y así poderla trasladar al lugar de retiro.

Tipo de explosivo:

Pprincipalmente la velocidad del explosivo influye en el efecto deseado, ejemplo, si queremos cortar un árbol debemos cebarlo con un explosivo rápido, si al mismo tiempo queremos asegurarnos que el árbol se derribe en una dirección le colocamos otra carga más arriba en el lado contrario donde se desee derribar al mismo. Según esto podemos decir que la mayoría de los explosivos rápidos se emplean para cortar mientras que los lentos para empujar. Otro aspecto en cuanto al tipo de explosivo se refiere a si se puede emplear en agua o no, por ejemplo la pólvora y el C4; su densidad ejemplo C4 y el Anfoal y así cada explosivo viene con unas características técnicas de su fabricación.

Tamaño y forma de la carga:

Este factor se refiere a que a mayor cantidad de explosivo mayor es el efecto bajo las mismas condiciones y en cuanto a la forma es importante, ya

que según la forma a emplear varia el efecto deseado, como por ejemplo una carga que se coloque bajo el principio de una carga lineal o dirigida (carga hueca) aunque tenga menor cantidad de explosivo que una carga colocada sobre el material a destruir la penetración será mayor, por la forma como se encuentra el explosivo.

Colocación de las cargas:

En una demolición la colocación de la carga es de suma importancia y puede economizar gran cantidad de explosivo si el tiempo y los equipos lo permiten, como por ejemplo si colocamos una carga de forma interna la cantidad de explosivo será menor que si se coloca de manera externa.

Método de iniciación:

Este factor se refiere a si se inicia de forma eléctrica o ineléctrica.

Apisonamiento:

Va depender del sitio y apisonamiento de la carga, en una carga interna siempre se realiza este apisonamiento ya sea con arena, arcilla, barro o cualquier otro material que impida que al momento de la detonación gran parte de la fuerza del explosivo se dirija por ese orificio y por el contrario se dirija en todos los sentidos.

Factor de Efectividad Relativa (ER):

Es la relación de potencia que existe entre los diferentes explosivos tomando como unidad patrón el TNT (TRINITROTOLUENO) al cual se le ha asignado valor 1. Así los explosivos con potencia menor que el TNT tendrán efecto relativo menor de 1 y los más potentes que el TNT tendrán efecto relativo mayor que 1.

B. Factores de Efectiva Relatividad

Explosivo:	Factor ER:
TNT	1.00
C-4	1,34
Dinamita Militar	0,92
Cargas para Cráteres	0,42

C. Formato para resolver problemas

1. Identificar y medir las dimensiones críticas del blanco.
2. Calcular el trinitrotolueno (TNT).
3. Dividir por el factor Efectividad Relativa (ER) del explosivo.
4. Redondear al próximo tamaño de paquete más alto (entero) del explosivo que se usa (dividiendo por el tamaño del paquete).
5. Calcular el número de cargas.
6. Calcular el total de explosivos.

D. Usos básicos de explosivos

- Corte de Acero
- Ruptura
- Corte de Madera
- Apertura de Cráteres

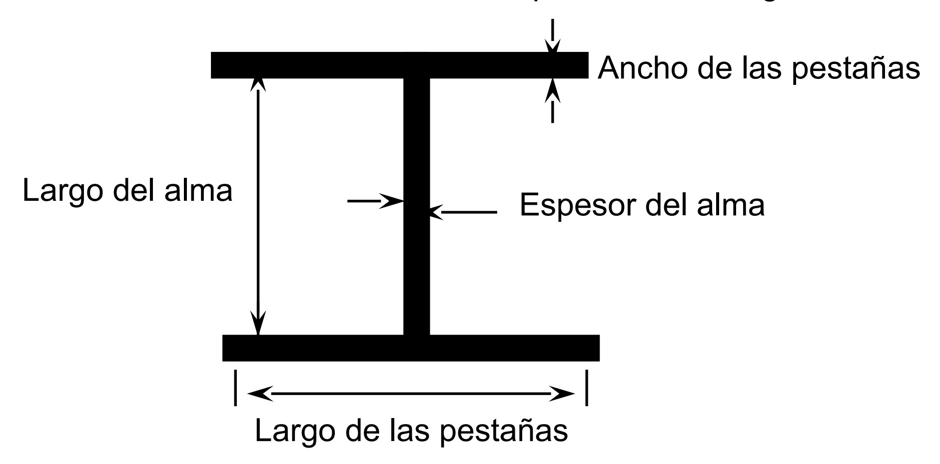
E. Corte de acero

Corte de acero según el área transversal.

Existen varios métodos muy sencillos que se emplean para que el combatiente de manera rápida, segura y efectiva realice las diferentes misiones asignadas a su unidad ya sea en una guerra simétrica o asimétrica.

Un método para el corte de acero es el del cálculo de las dimensiones críticas.

1. Las dimensiones críticas son aquellas que le permiten a usted determinar el área transversal del blanco. Como se puede ver en el grafico.



2. Calcular el Trinitrotolueno (TNT).

Formula: $$P = \frac{A}{38}$$

P= Peso de explosivos (TNT) en Kgs.

A= Superficie transversal del blanco en centímetros cuadrados.

3. Divida por el Factor RE: Esto le da el número necesario de cualquier explosivo que usted esté usando. Factor ER de TNT = 1.
4. Redondee al tamaño de paquete completo.
5. Determine el número de cargas.
6. Determine el número total de explosivos: El número total de cargas multiplicado por el explosivo por carga le da el total.

Nota: La mayoría de los aceros según costumbre se solicitan en pulgadas en las diferentes ferreterías, por que es normal escuchar en estas tiendas solicitar una viga de 2 * 1, que significa dos (02) pulgadas por una (01) por lo que se hace necesario emplear la siguiente formula:

Formula: **P = 3/8 A**

P= Peso de explosivos (TNT) en Libras.

A= Superficie transversal del blanco en pulgadas cuadrados.

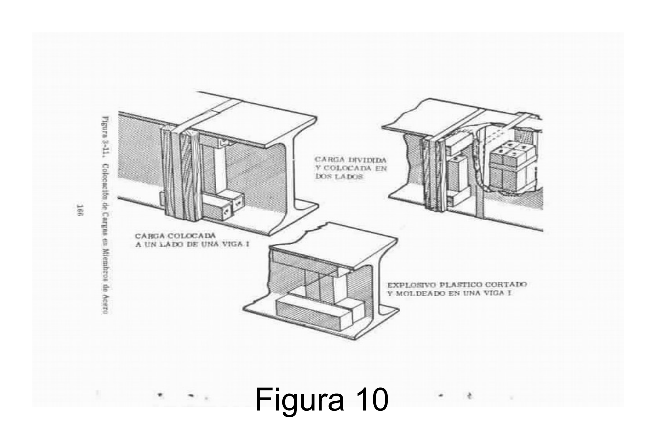


Figura 10

Regla Empírica

Usando Volumen:

1. El grosor de la carga es 1/2 del grosor del objetivo (grosor mínimo de la carga es ½ pulgada) = (.5)
2. El ancho de la carga es 3 veces el grosor del la carga = (1.5)
3. La longitud de la carga es igual a la longitud del blanco
4. El grosor máximo del acero es 3 pulgadas.

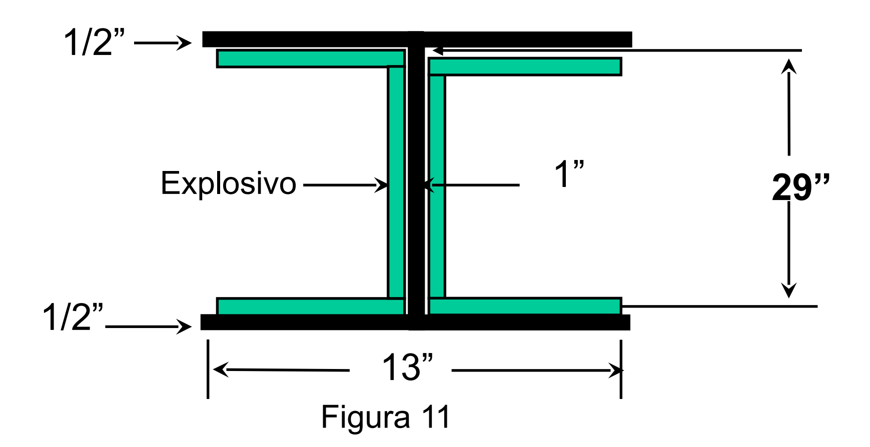


Figura 11

Ejemplo.

¿Cuántos explosivos C4 de 9 pulgadas cúbicas de volumen cuyas dimensiones son (1/4 * 3 * 12 pulg.), solicitaría usted para cortar 4 de estas vigas?

Respuesta:

1. Alma = 29” x 1” / Pestañas = 13” x 1/5”
2. Volumen 52 Pulgadas Cúbicas, .5 x 1.5 x 52 = 39
3. N/A.
4. 39 / 9 = 4.33 Redondee a 5 laminas.
5. 4 vigas = 4 cargas.
6. 4x 5 = 20 laminas de C4 de 9 pulgadas cúbicas.

Colocación de cargas

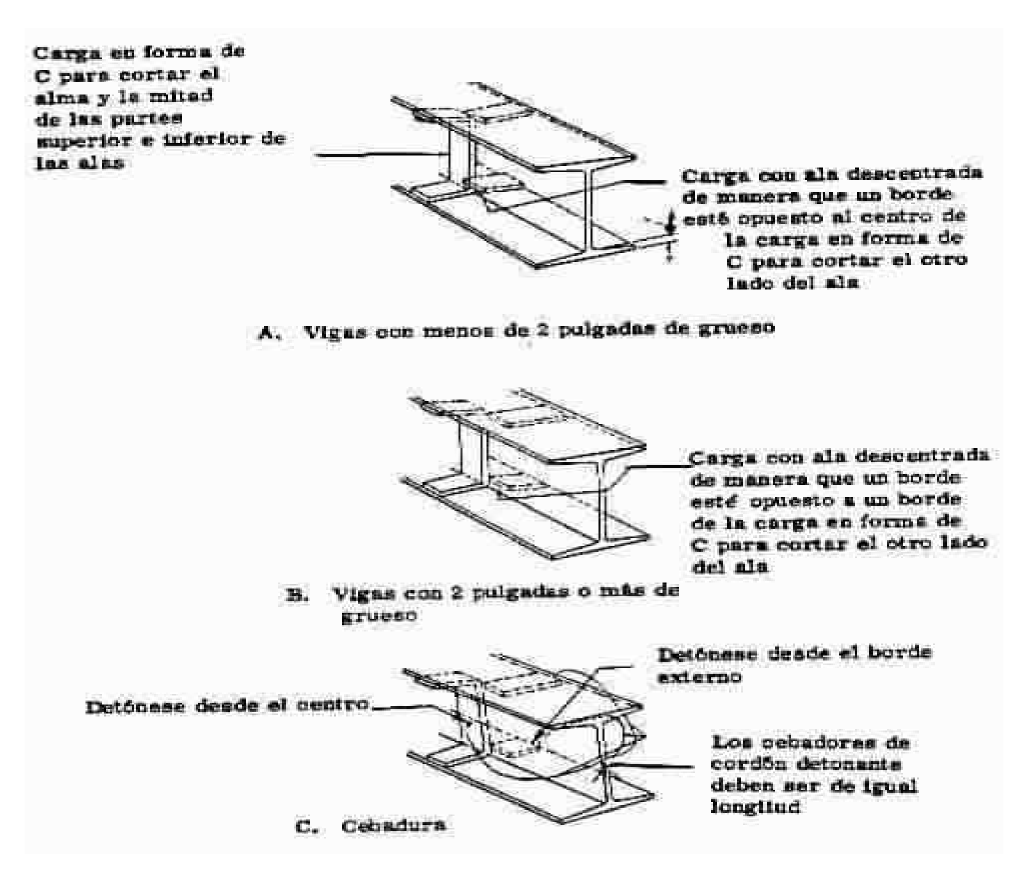


Figura 12 Colocación de cargas en vigas

Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).

Utilizando la regla empírica, ¿Cuales son las dimensiones de una carga de cinta para cortar esta placa de acero?

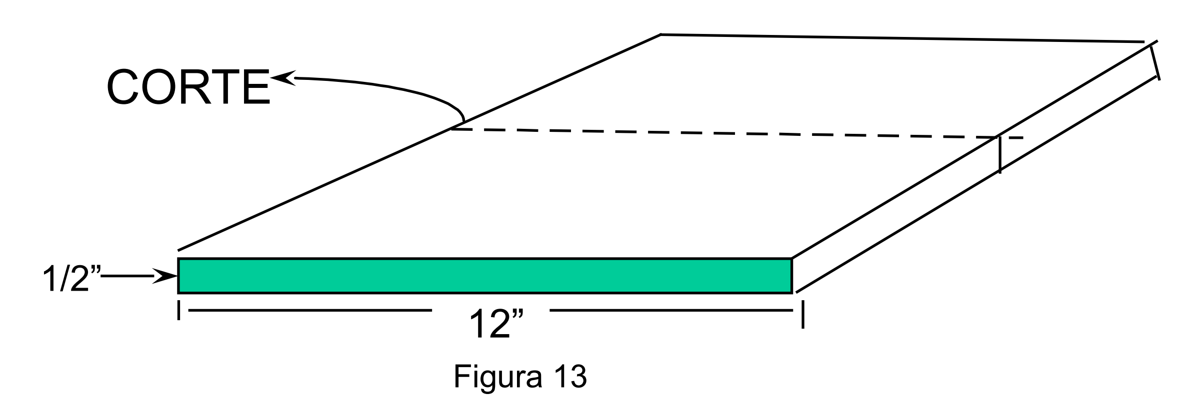


Figura 13

Respuesta: 1/2 pulgada x 1-1/2 pulgadas x 12 pulgadas

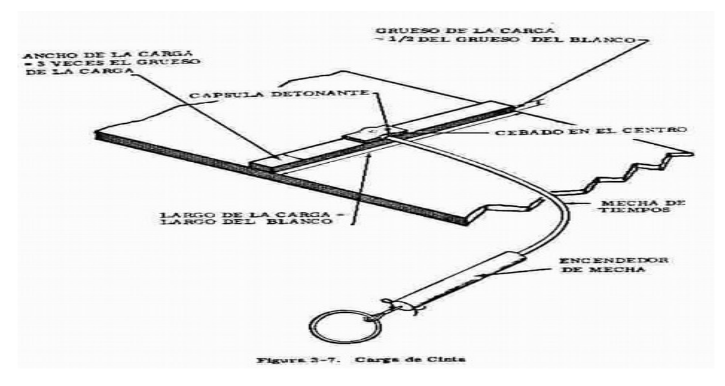


Figura 14

Corte de barras de acero de alto carbono

Definición: Acero cómo el que se usa en maquinaria (Ejes, rodillos, engranes).

Formula: $$P = \frac{D^2}{14}$$

P= Kilogramos de TNT

D= Diámetro o grueso en centímetros de las secciones que se vayan a cortar.

14= Constante

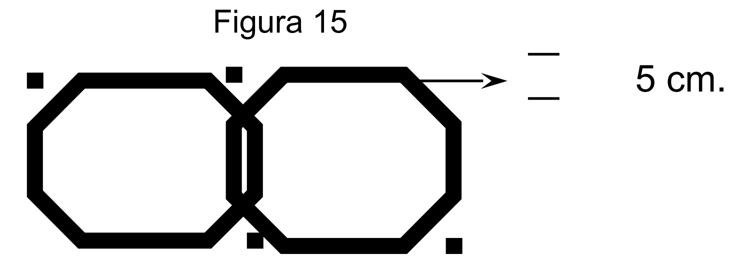
Corte de barras de acero

Nota: Para cortar barras de acero redondo tales cómo para reforzar hormigón o cadenas, cables y varillas use las siguientes reglas empíricas:

1. Barra redonda de ≤ 1” de diámetro use 1 lb de TNT.
2. Barra redonda de >1” y < 2” use 2 lb de TNT.
3. Barra redonda de >2” use : Formula: P = D
4. Rieles de ferrocarril > 5” de alto use 1 lb. TNT.
5. Rieles de ferrocarril < 5” de alto use 1/2 lb TNT.
6. Cruce de rieles (Sapo) use 2 lb. de TNT

Problema: ¿Que cantidad de TNT se necesita para cortar la cadena de acero que se muestra en la figura?

Figura 15



Respuesta:

1. $D = \frac{5^2}{14} = \frac{5 \times 5}{14} = \frac{25}{14}$; y P = 1,786 kgs.
2. Entonces use 1,786 kgs. de TNT
3. Divida los bloques en cada lado del eslabón.

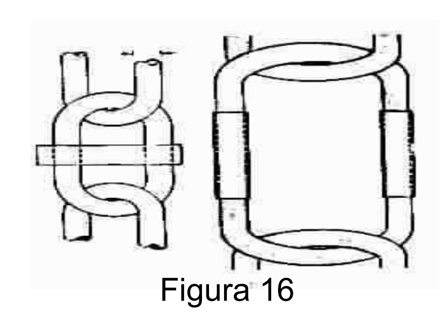


Figura 16

Corte de barras con cargas de montura y rombo.

- Cargas de montura se utilizan para acero dulce rectangular o cilíndrico hasta de 20 cm. (8”) de grueso
- Cargas de rombo se utilizan para acero de aleación cilíndrico o rectangular hasta de 20 cm. (8”) de grueso solidó no tubería
- Cada carga tiene una pulgada de espesor

Cargas de montura

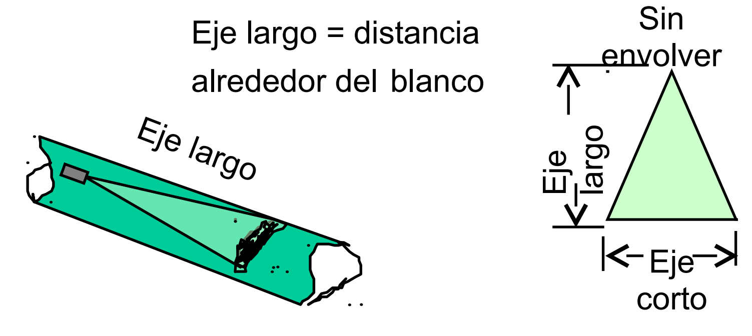


Figura 17

- El eje corto es 1/2 distancia alrededor (1/2 circunferencia) del blanco en pulgadas
- El eje largo es la distancia alrededor del blanco en pulgadas (circunferencia)
- Volumen: Eje Largo x eje corto x .5

OJO: No divida por la efectividad relativa.

Pregunta: ¿Que cantidad de explosivo C-4 (20 pulg.³) solicitaría usted para cortar una barra de acero dulce que tiene 17 pulgadas alrededor (medido con un hilo o cinta) con una Carga de Montura?

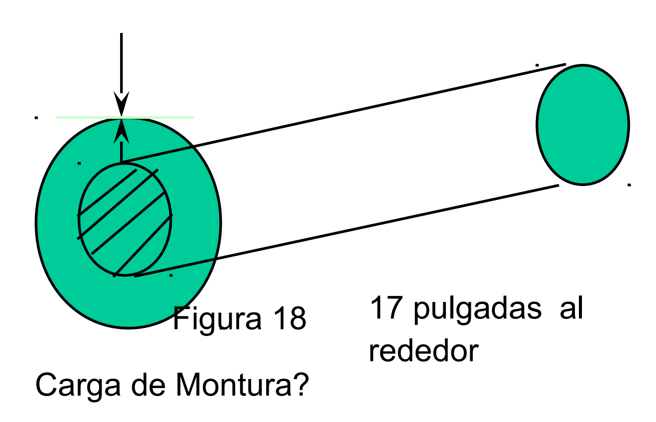
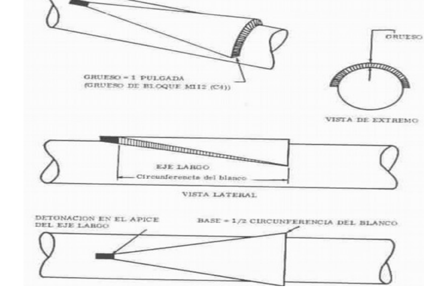


Figura 18

Respuesta:

1. Medir las dimensiones críticas:
   - 17” = distancia alrededor del blanco
2. Calcular el volumen necesario:
   - Distancia alrededor por la mitad de la distancia alrededor por 1/2, entonces el volumen necesario = 17 x 8-1/2 x 1/2 = 72.25
3. Paquetes necesarios:
   - 72.25 / 20 = 3.61 bloques de C-4 (20 debido al volumen del C-4 calculado anteriormente)
5. Redondee a paquetes completos: 3.61 ≈ 4 bloques.
6. Encuentre el numero de cargas: 1 barra = 1 carga.

Respuesta: 4.0 bloques de C-4 (20 pulg.³).



Corte de barras con cargas rombo

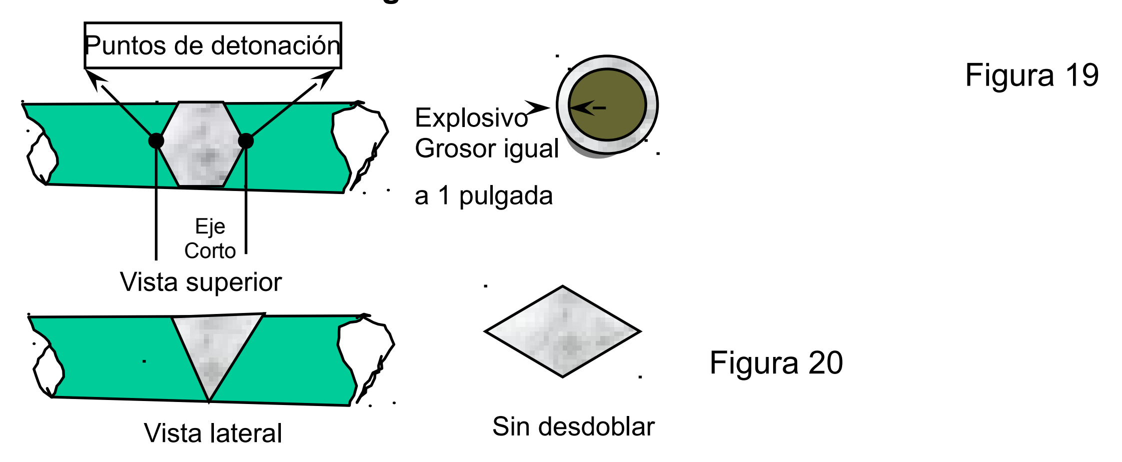


Figura 19

Figura 20

- El eje corto = 1/2 distancia alrededor de la circunferencia
- El eje largo = la distancia alrededor del la circunferencia
- Volumen necesario = Eje corto x eje largo x .5

Problema. ¿Que cantidad de explosivo C-4 (9 pulg.^{3}) solicitaría usted para cortar 2 barras de acero dulce que tiene 5 pulgadas alrededor (medido con un hilo o cinta) con una Carga de Rombo?

Respuesta:

1. Medir las dimensiones críticas:
   - 5” = distancia alrededor del blanco
2. Calcular el volumen necesario:
   - Distancia alrededor por la mitad de la distancia alrededor por 1/2, entonces el volumen necesario = 5 x 2.5 x 1/2 = 6.25
3. Paquetes necesarios:
   - 6.25 / 9 = 0.6944 laminas de C4 (9 pulg.^{3})
5. Redondee a laminas completas: 0.6944 $\approx$ 1 lamina.
6. Encuentre el número de cargas: 2 barra = 2 carga.

Respuesta: 2 x 1 = 2 laminas de C-4 (9 pulg.^{3}).

F. Corte de madera

Los cortes de madera empleados en las diferentes operaciones militares encontramos la de despejar terrenos, crear zonas de aterrizaje, crear obstáculos del tipo tala de árboles o Abatís entre otros.

G. Tipos de cargas para el corte de madera

- Cargas Internas
- Cargas Externas
- Cargas de tala de Árboles o Abatís

Cargas externas para el corte de madera.

Formula:

$$P = \frac{D^2}{560}$$

P = Peso de TNT en kilogramos.

D = El diámetro más pequeño del árbol o madero en centímetros.

Nota: Use el formato para resolver problemas

Pregunta: ¿Que cantidad de C-4 se solicitaría para cortar un árbol de 100 centímetros de diámetro utilizando una carga externa?

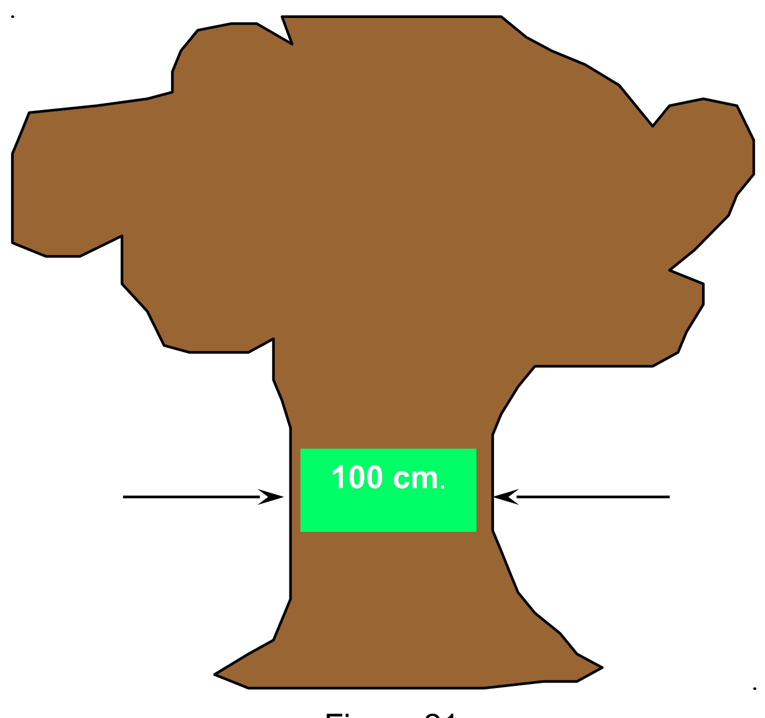
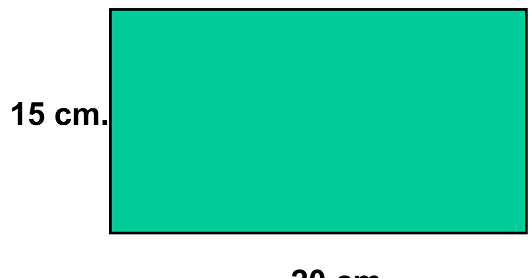


Figura 21

Respuesta:

1. Dimensiones críticas: 100 centímetros.
2. Calculó TNT: P = 100 cm. / 560 = 10.000 / 560 = 17.86 Kg. de T NT.
3. Divido por el Factor ER: 17,86 / 1.34 = 13,32 Kgs. de C-4.
4. Redondeo al paquete completo: 13,32 / 0,750 kgs por bloque = 17,76 redondeo a 18 bloques.
5. Determino el número de cargas: 1 árbol = 1 carga.
6. Calculo el total de explosivos: 1 x 18 = 18 bloques.

Pregunta: ¿Que cantidad de C4 se requieren para cortar un madero de 15 cm. x 20 cm. pulgadas utilizando una carga externa?



Respuesta:

1. Dimensiones críticas: 15 cm. (la menor).
2. Calculo TNT: P = 15^2 / 560 = 225 / 560 = .0, 40 kgs de T NT
3. Dividió por el Factor ER: 0,40 / 1,34 = 0,30 kgs de C-4
4. Redondeo al paquete completo: 0,30/ 0,750 kgs = 0,39 redondeado a 1 paquete.
5. Numero de cargas = 1 madero = 1 carga
6. Total de 1 paquete.

Nota: Coloque la carga en la dirección que desea que caiga el árbol

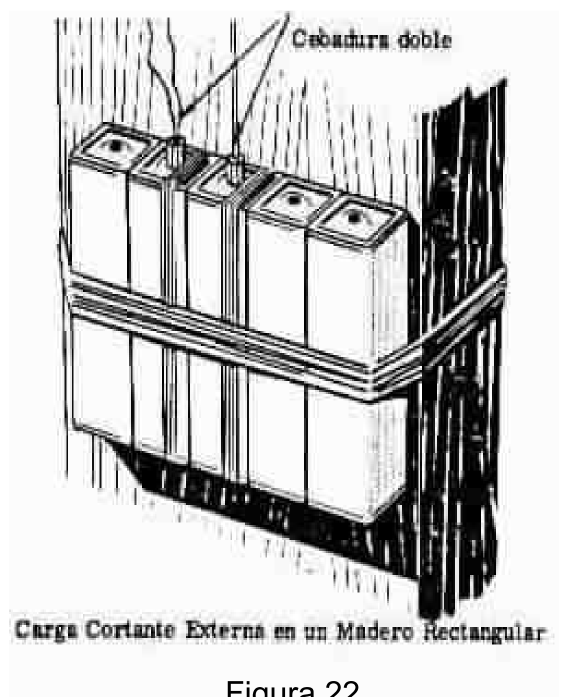


Figura 22



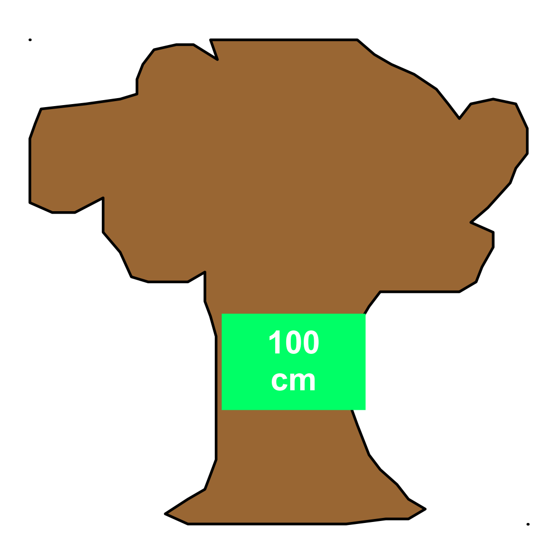
Figura 23

Cargas internas para el corte de madera

Formula:

$$P = \frac{D^2}{3500}$$

P = Peso de TNT en Kgs.



D = El diámetro más pequeño del árbol o madero en centímetros.

Nota: Use el formato para resolver problemas

Pregunta: ¿Que cantidad de dinamita se requiere para cortar un árbol de 100 centímetros de diámetro utilizando una carga interna?

Figura 24

Respuesta:

1. Dimensiones críticas: 100 cm.
2. Calculó TNT: P = 100 / 3500 = 10000 / 3500 = 2,86 kgs de T NT.
3. Divido por el Factor ER: 2,86 / .92 = 3,11 kgs de Dinamita militar.
4. Redondeó al tamaño del paquete: 3,11 / 0.250 = 12,42 cartuchos redondeado a 13 cartuchos de 0,250 kgs de Dinamita.
5. Calculó las cargas: 1 árbol = 1 carga.
6. Calculó el total de explosivos: 1 carga x 13 cartuchos = 13 cartuchos de 0,250 kgs de dinamita militar.

Colocación de cargas internas para el corte de madera.

Para colocar la carga interna, perforamos un agujero en el árbol y lo llenamos a la mitad con explosivos, luego apisonamos el resto del hueco con arcilla húmeda, arena o lo que este disponible para confinar la carga. Si todo el explosivo no cabe dentro de un hueco, perfore otro en ángulo recto al primero que no lo intercepte y deposite ahí el explosivo remanente.

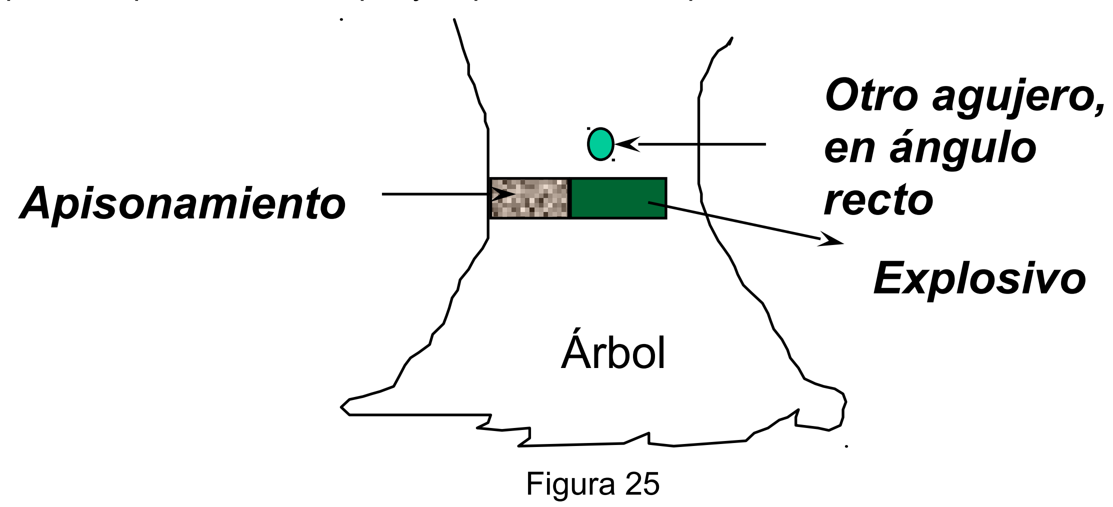


Figura 25

El mejor explosivo que puede utilizar para cortar internamente madera es dinamita militar porque es suave y llena completamente el hueco. Cebe con

cordón detonante, cualquier otra manera puede ser peligrosa en caso de falla de encendido, debido al apisonamiento. El la actualidad la Compañía Anónima Venezolana de Industrias Militares (CAVIM) produce diferentes tipos de emulsiones explosivas que dependiendo de la dimensión del madero a romper con carga interna se puede emplear.

CARGAS DE TALA PARA EL CORTE DE DE MADERA

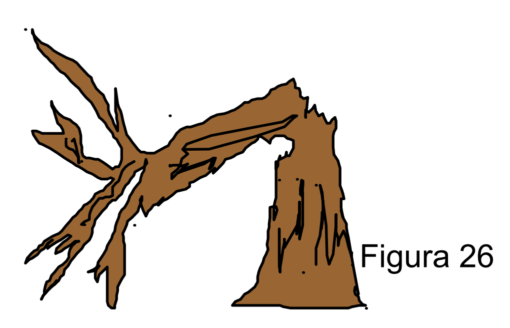


Figura 26

FORMULA:

$$P = \frac{D^2}{700}$$

P = Kilogramos de TNT

D = El diámetro más pequeño del árbol en centímetros.

Nota: Use el formato para resolver problemas

CONSIDERACIONES ESPECIALES:

1. El obstáculo debe de tener un mínimo de 75 metros de profundidad.
2. Los árboles deben de ser de un mínimo de 50 cms de diámetro para que no sea fácilmente removible por el enemigo con maquinaria pesada.
3. Asegúrese que la caída de los árboles no interfiera con la caída de otros en la misma línea.
4. Los árboles derribados deben extenderse a 45 grados en dirección hacia el enemigo.

5. Detone las líneas por separado, para evitar que choquen al momento de su caída.
6. Apoye el obstáculo con minas, alambre o protéjalo con fuego.



Figura 27

PROBLEMA: ¿Que cantidad de explosivo C4 de paquetes de 750 grs. se requiere para derribar un árbol de 70 centímetros de diámetro?

RESPUESTA:

1. Diámetro = 70 centímetros.
2. Calcule TNT = P = 70^2 / 700 = 4.900 / 700 = 7 Kgs. De T NT.
3. Divida por el Factor ER = 7 / 1.34 = 5,22 Kgs. de C4.
4. Redondee al tamaño del paquete = 5,22 Kgs /0,750= 6,97 ≈ 7 paquetes.
5. Numero de cargas 1 árbol = 1 carga
6. Total de explosivos 1 carga x 7 PAQ = 7 paquetes de C4 de 750 grs.

H. Cargas de rompimiento

Se aplican a:

- Destrucción de puentes de hormigón
- Vigas de puentes

- Muelles
- Estribos de puentes
- Fortificaciones permanentes de campaña

Factores Críticos:

1. Tamaño y forma
2. Colocación
3. Apisonamiento

* El Tamaño y el Apisonamiento son los más críticos

Formula:

$P = R^3 \; MC$, en donde:

P = Kilogramos necesarias de TNT

R = Radio de ruptura en metros.

M = Factor material, (busque en la tabla) el cual refleja la resistencia, dureza y masa del material que se va a demoler.

C = Factor apisonar, el cual depende de la ubicación y apisonamiento de la carga.

Radio de la Ruptura R: Dimensión del blanco en metros que la fuerza explosiva debe penetrar y desde la cual todo el material es desplazado o destruido. El radio de ruptura se redondea al siguiente ¼ de metro mayor. Por ejemplo, para romper un muro de hormigón de 2,8 metros colocando una carga en un lado, el valor de R en la formula $K = R^3$ MC es de 3,0 metros.

R para Cargas Internas = 1/2 del grosor de la masa que va a romper si la carga se coloca a medio camino dentro de la masa que va a romper. Si se coloca a menos de medio camino entonces **R** es la distancia más larga desde el centro de la carga hasta la parte exterior de la masa.

Ejemplo:

Masa = 1 metro y la carga es centralizada, entonces R = 50 cms.

Masa = 1 metro y la carga es colocada a 25 cms, entonces R = 75 cms.

Masa = 1 metro y la carga es externa, entonces R = 1 metro.

Factor M de Material: Refleja la resistencia y dureza del material. Si esta en duda del tipo de material en el blanco siempre suponga que sea el más fuerte. Ejemplo el hormigón se supone que este reforzado a menos que se sepa lo contrario.

Material	Radio de ruptura	M
Tierra común	Todos los valores	1,12
Mampostería débil, Esquisto, Tosca;	Menos de 1,5 metros	5,13
Buena construcción de madera y tierra.	1,5 metros o más.	4,64
Buena Mampostería Hormigón común Roca	0,3 o menos metros	14,09
	Más 0,3 a 1 mts.	7,69
	1 a menos de 1,5 mts.	6,41
	1,5 a menos de 2 mts.	5,13
	2 o más metros.	4,32
Hormigón denso Mampostería de primera clase	0,3 o menos metros	18,26
	Más 0,3 a 1 mts.	9,93
	1 a menos de 1,5 mts.	8,33
	1,5 a menos de 2 mts.	6,57
	2 o más metros.	5,61
Hormigón reforzado	0,3 o menos metros	28,19
	Más 0,3 a 1 mts.	15,38
	1 a menos de 1,5 mts.	12,81
	1,5 a menos de 2 mts.	10,09
	2 o más metros.	8,65

Factor C de Apisonamiento: Depende de la ubicación y el apisonamiento de la carga, este muestra la colocación de cargas apisonadas o sin apisonamiento. El apisonamiento con agua no se considera totalmente apisonado a menos que dicho apisonamiento se cubra con una profundidad igual o mayor que el radio de ruptura.

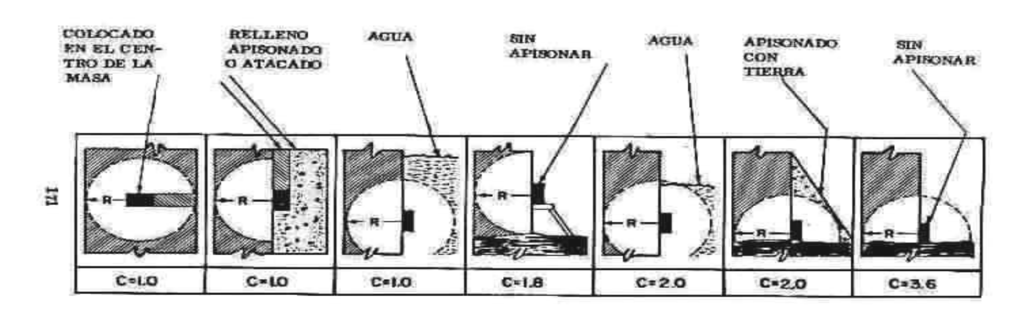
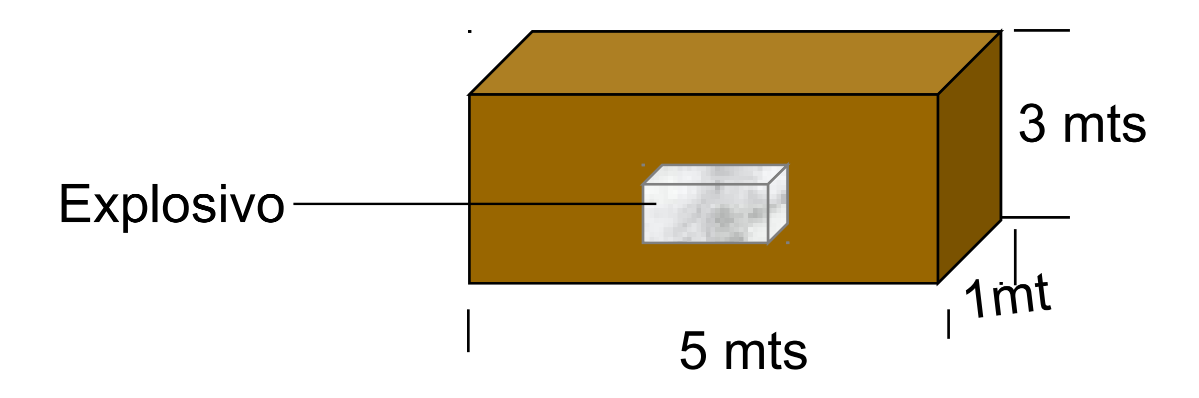


Figura 28

Reglas para Determinar el Apisonamiento o C:

1. Si el tiempo es un factor crítico utilice la colocación más rápida posible. La cual es la carga sin apisonar colocada en tierra.
2. Siempre que la carga no cumpla el criterio que se ha descrito, utilice el factor C más alto disponible.
3. Emplee la colocación interna para tener la carga más pequeña. Esto es porque el factor C es más pequeño y el radio de ruptura es solamente el grosor del material

R = Punto donde se coloca el explosivo hasta el lado opuesto.
¿Cual es el radio de ruptura de esta pared de hormigón?



Respuesta: 1 mt.

Ejercicios para determinar los Factores M y R:

1. Usted va a romper una muralla de hormigón denso de 4 metros de grosor, utilizando cargas externas. ¿Cual es el valor de M?

Respuesta M: 5,61

2. Usted va a destruir una pared de buena mampostería que tiene 2 metros de grosor, utilizando cargas internas. ¿Cuales son los valores R y M?

Respuesta R = 1

M = 6,41.

Estamos utilizando el Radio 1 mt. y este se utiliza para buscar en la tabla.

PROBLEMA: ¿Que cantidad de explosivos C-4 usted solicitaría para abrir una pared de hormigón reforzado de 0,5 metro de espesor, usando cargas elevadas sin apisonar?

Cálculos de la Respuesta:

1. Dimensiones críticas = 0,5 metro
2. Calcule el TNT P= R^3= $(0,5)^3$ M = .10,09 C=1.8

   P = 0,5 x 0,5 x 0,5 x 10,09 x 1.8

   P = 2,27 kgs de TNT
3. Divida por RE: 2,27/1.34 = 1,69 Kgs de C-4
4. Redondee al paquete de C-4 (1,69 / 0,750 = 2,26 ≈ 3 bloques de C4
5. Numero de cargas = 1
6. Total de explosivos 1 x 3 = 3 bloques de C4.

RESPUESTA: 3 Bloques de C4.

Formula para demoler un obstáculo completo ya sea espigón, losa o muro:

$$N = \frac{L}{2R}$$

N = Numero de Cargas

L = Ancho de la abertura

R = Radio de la ruptura de la carga

Redondee **hacia abajo** de acuerdo a lo siguiente:

Si N es de 0 o menos de 1,25 utilice una carga

1,25 a menos de 2,5, utilice 2 cargas

2,5 o más el número entero más cercano a las cargas.

PROBLEMA: ¿Que cantidad de C-4 se solicitaría para destruir completamente una pared de hormigón denso de 4 metros de espesor y de 18 metros de largo?. Utilice cargas colocadas en el suelo y si apisonar.

Nota: Utilice la formula de Ruptura $P= R^3 MC$, entonces en el paso, 5 utilice la formula de ruptura total $N = L / 2R$

Cálculos de la Respuesta:

1. Dimensiones críticas = R = 4 mts. y L = 18 mts.
2. Calcule TNT $P= R^3$ R= 4, M = 5,61, C=3.6

   P= 64 x .5,61 x 3.6

   P= 1.292,54 Kgs. TNT
3. Divida ER: 1.292,54/1.34 = 964,58 Kgs de C-4
4. Redondee al paquete 964,58 / 0,750 = 1286,10 ≈ 1287 paquetes de C4.
5. Numero de cargas = (N = L/2R)

   18 / 2 x 4 = 2.25 redondeado hacia abajo 2 cargas
6. Total de explosivos 2 x 1.287 paquetes/carga = 2.574 paquetes.

   2.574 paquetes C-4 x 0,750 Kgs/paquete = 3.432 Kgs de C-4

RESPUESTA: 3.432 Kgs de C-4

I. Abertura de cráteres

Definición: Es un hueco en la tierra hecho intencionalmente para impedir el movimiento del enemigo. Se considera efectivo si el equipo del enemigo necesita tres intentos para atravesarlo. Se logra colocando cargas en la tierra en hileras y detonándolas simultáneamente. En su mayoría de las ocasiones.

Características de los Cráteres.

- Los huecos se espacian a 1,5 mts entre si.
- Los huecos tienen un mínimo de 1,5 mts de profundidad, de necesitar varias hileras debe existir una diferencia de 0,5 mts entre hilera e hilera de forma intercalada
- Utilice 25 lKgs de explosivo por barreno (hueco) como mínimo, luego por cada 0,5 metro se anexan cinco (05) kgs de explosivo. Cuando tenga el barreno más de 1,5 metros.
- Numero de huecos (N) = $\frac{L - 16}{5} + 1$

  Donde L = Longitud del cráter

PROBLEMA: Realice un cráter para obstruir un camino a través de una zona densamente boscosa para detener a una columna de marcha de un ejército enemigo. El cráter debe tener 50 mts de largo. Con unos barrenos de 1,5 mts debido a que se necesita que este a la brevedad posible ¿Cuantos kilogramos de TNT se requieren para este cráter?

1. Dimensiones críticas = huecos de 1,5 mts y cráter de 50 mts.

2/3. Calcular 1,5 mts de profundidad por 25 kgs

4. No aplica

5. Determine el # de cargas $N = \frac{50- 5}{5} + 1 = 7.8 \approx 8$

6. Total 25 Kgs/ hueco x 8 huecos = 200 Kgs TNT

Nota: Redondee el número de huecos si no es par. Nosotros nunca tendremos una carga reducida o una parte de un hueco. Nosotros obtenemos una explosión de 2,5 mts en cada extremo del cráter. Allí es donde el - 5 aparece en la formula. Entonces, haga el primer hueco a 2,5 mts del extremo del cráter. Luego siga la línea del cráter colocando agujeros de 1,5 mts de profundidad a 1,5 mts de distancia de centro a centro hasta que Ud. termine con los agujeros. No importa si el último hueco es menor de 1,5 del obstáculo adyacente.

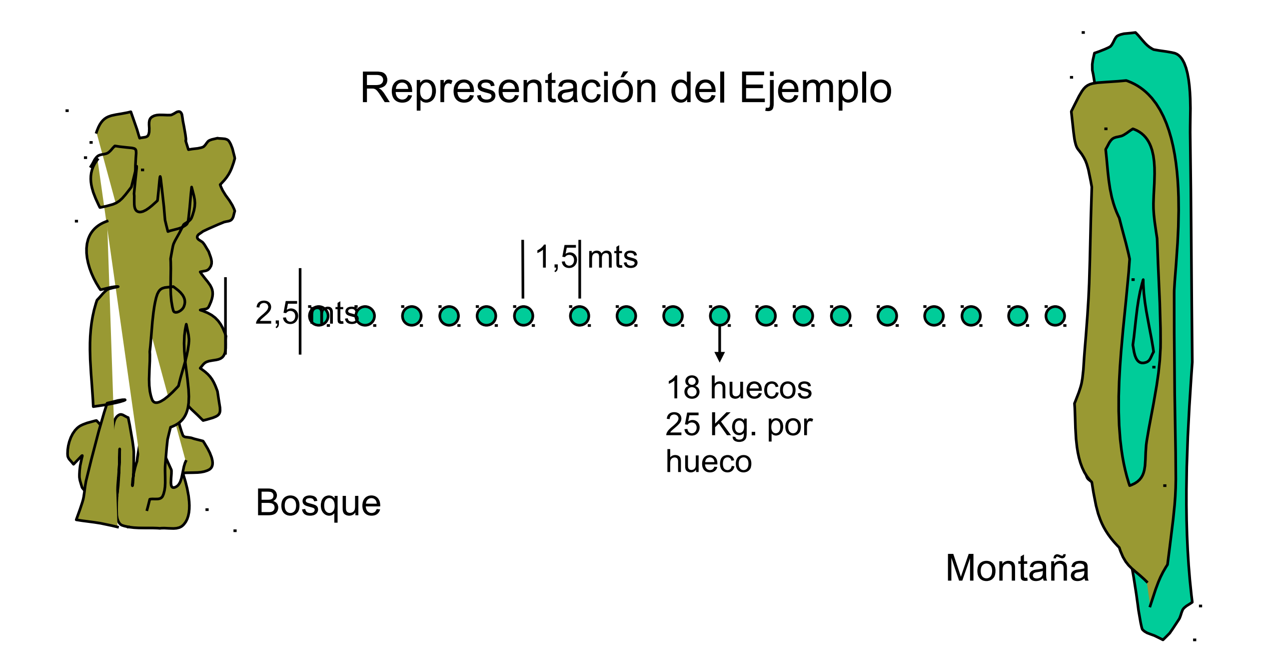


Figura 29. Representación gráfica

Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).

CAPÍTULO VIII

EXPLOSIVOS IMPROVISADOS

A. Artefacto explosivo improvisado.



Cuando se habla de una improvisación se refiere al uso que se le da a materiales y objetos distintos para el cual fueron diseñados teniendo como limite para su confección la imaginación y la habilidad del individuo empeñado en su manipulación.

B. Elementos constitutivos de la carga principal de un artefacto improvisado incendiario.

En el presente párrafo haremos un esquema de la carga principal de un artefacto improvisado incendiario, es decir, la composición de la materia combustible, de manera que obtenga el mayor efecto deseado.

a. Elementos para una bomba improvisada incendiaria lenta.
b. Elementos para una bomba improvisada incendiaria rápida.
c. Elementos para una bomba explosiva incendiaria.

Elementos para una bomba improvisada incendiaria lenta:

a. Gasolina.
b. Los acelerantes.
c. Jabón.
d. Aserrín - Cera.
e. Balata.
f. Lavasol, gasolina o kerosén

Mezclas:

Tres (3) partes de gasolina

Dos (2) partes de aceite

Cuatro (4) partes de jabón puro

Seis (6) partes de gasolina, kerosén o aceite

Cinco (5) partes de cera

Seis (6) partes de aserrín.

Para su preparación se derrite la cera y luego se le agrega el aserrín.

Elementos para una bomba improvisada incendiaria rápida:



Flash 90 / Reuters

En el presente aparte, se especifica cómo se mezclan los diferentes componentes químicos que se pueden utilizar en una bomba incendiaria rápida.

1. **Clorato de Potasio y azúcar:**

   Esta combinación se mezclar en la siguiente proporción por volumen:

   - Tres (3) partes de clorato de potasio ($KCLO_3$).
   - Una (1) parte de azúcar.

Las mezclas a base de clorato de potasio son incendiarios primarios. Se inicia por calor, chispa o acido.

Mezcladas ambas sustancias, se derrite una cantidad pequeña de cera y se le agrega la mezcla formando una bola pastosa en la cual se hará un agujero para el detonador antes que endurezca.

NOTA: Requiere detonador.

2. **Clorato de Sodio y azúcar:**

   La proporción será la siguiente:

   - Seis (6) partes de clorato de sodio ($NAC1O_3$).
   - Una (1) parte de azúcar.

A simple vista nos daremos cuenta que de clorato de potasio son tres partes; en cambio de clorato de sodio son seis. Se debe esto a que el clorato

de potasio es más potente que el de sodio. Ambos pueden ser iniciados por chispas o por ácidos.

Puede ser detonada por chispa o ácidos. Normalmente se emplea en cargas de tubos (niples) usando solamente mecha lenta.

3. Permanganato de Potasio o Sodio y azúcar:

El permanganato de potasio mezclado con el azúcar forma un explosivo bastante efectivo debido a su poder rompedor.

El permanganato de potasio es de color rojo oscuro brillante; en su estructura se presenta en pequeñas láminas.

Para su preparación se mezclara en la siguiente proporción

- Permanganato de Potasio o Sodio 9 partes
- Azúcar 1 parte
- 9 ($KMnO_4$) + 1 (azúcar)
- 9 ($NaMnO_4$) + 1 (azúcar).

Esta mezcla puede ser iniciada por mecha lenta, chispa o por glicerina en bolsa secante.

4. Permanganato de Potasio y Aluminio:

El permanganato de potasio se mezcla con el aluminio formando una mezcla sumamente eficaz en la siguiente proporción:

- Dos (2) partes de permanganato de potasio ($KMNO_4$).
- Una (1) parte de aluminio (AL).

También da muy buenos resultados uniendo en partes iguales los anteriores

Componentes. Puede iniciarse por chispa o mecha lenta.

5. **Permanganato de Potasio y Glicerina**:

Proporción**:**

- Una (1) parte de permanganato de potasio.
- Una (1) parte de glicerina ($C_3H_50H_3$).

6. **Permanganato de Potasio, Azufre y Aluminio**:

La proporción de esta combinación debe ser de la siguiente manera:

- Diez (10) partes de permanganato de potasio ($IKMNO_4$)
- Una (1) parte de aluminio (AL)
- Dos (2) partes de azufre (S)

7. **Clorato de Potasio y Aluminio:**

Estos componentes se prepararan de la siguiente forma:

- Tres (3) partes de aluminio en polvo.
- Tres (3) partes de clorato de potasio.
- Una (1) parte de pez rubia.

8. **Pólvora Negra y Aluminio:**

Se mezclará en la siguiente proporción:

- Una (1) parte de pólvora negra.
- Una (1) parte de aluminio en polvo.

Este puede mezclarse en partes iguales con magnesio; en caso que no se obtenga el magnesio, se deja el aluminio solo, ya que el magnesio facilita la combustión pero no su poder de fuego.

Puede iniciarse por mecha lenta

9. **Composiciones diversas de Nitrato, Azufre y Materiales Orgánicos:**

A continuación se hará un esquema de diferentes componentes con su porcentaje de preparación:

- Siete (7) partes de cualquiera de las siguientes sustancias:

a) $NANO_3$ (Nitrato de Sodio).

b) KNO_3 (Nitrato de Potasio).

c) NH_4NO_3 (Nitrato de Amonio).

d) Una (1) parte de azufre (S).

e) Dos (2) partes de cualquiera de las sustancias siguientes:

- Harina.
- Almidón.
- Aserrín.
- Carbón en polvo.

Esta mezcla puede iniciarse por una chispa.

10. Jabón y Gasolina:

- Cuatro (4) partes de jabón puro.
- Seis (6) partes de gasolina de alto octanaje.

Esta mezcla se puede iniciar por chispa o una mecha lenta con estopa.

Elementos para una Bomba Explosiva Incendiaria

El fin que se persigue con estas bombas explosivas y a la vez incendiaria es obtener un mayor efecto destructivo; por ejemplo, en un tanque de combustible se produce la ruptura del tanque y a la vez el incendio.

1. Explosivo o TNT y Termita (Jabonera).

Elementos:

a. Jabonera plástica con su orificio para el detonador.

b. Explosivo (con detonador).

c. Termita.

El explosivo actúa como carga rompedora del material y la termita como carga incendiaria; la proporción debe ser por partes iguales, pero no

debe mezclarse sino solamente colocados juntos, se puede iniciar este material con una cápsula detonante.

- Una (1) parte de explosivo plástico o TNT.
- Una (1) parte de termita.

En lugar de la termita se puede utilizar:

- Una (1) parte de potasio o sodio

2. Ladrillos Incendiarios.

El ladrillo incendiario esta compuesto por: agua, yeso y aluminio. Debe mezclarse en la siguiente proporción:

- Una (1) parte de agua
- Una (1) parte de yeso
- Una (1) parte de aluminio.

Se mezcla el aluminio con el yeso, agregándole agua. Luego se moldea en forma de ladrillo, teniendo la precaución de abrirle un agujero para colocarle el incendiario que puede ser termita o magnesio. Se puede detonar por chispa. No se debe iniciar sin mecha lenta, las proporciones se deben calcular por peso.

3. Bomba Termita.

Las bombas de termita se usan contra blancos metálicos, por ejemplo: Tanques, tuberías de acero, construcciones con vigas de acero, entre otros.

Dispositivo de Retardo:

El dispositivo de retardo generalmente es una mezcla de tela impregnada de aceite, o bien puede usarse una mecha lenta.

Iniciador o Detonante:

Lo compone una mezcla de peróxido de bario y clorato de potasio. Este componente es encendido por dispositivo de retardo desarrollando alta temperatura suficiente para encender la carga principal.

Envase:

El envase ideal lo constituye un tarro poroso de arcilla, con un agujero en su parte interior. El agujero debe ser tapado con un cartón de manera que la carga principal o agente incendiario no se derrame.

Carga Principal.

Puede emplearse termita comercial o de fabricación casera. Se mezclaran los componentes en la siguiente forma:

- Dos (2) partes de polvo de aluminio
- Tres (3) partes de oxido ferrico

La termita es un incendiario de alta inflamabilidad.

Funcionamiento.

Cuando la bomba se coloca encima del objetivo y se enciende el dispositivo de retardo bien sea una mecha lenta o un dispositivo de oxido, este enciende el detonador (peróxido de bario y clorato de potasio), produciendo suficiente calor como para encender la carga principal (termita).

La cubierta de cartón que tapa el agujero inferior de la bomba se quemará dejando pasar la termita encendida hacia el blanco, produciendo el incendio

Efectos:

El agente incendiario produce temperaturas hasta los 3000 ◦ C pudiendo fundir piezas de acero, el agua derramada sobre un poco de termita reacciona transmitiendo el fuego a otros materiales ó provocando proyecciones ó explosiones.

Usos:

La termita se usa en cargas de granadas y bombas incendiarias. Su aplicación principal es contra cuadros eléctricos y sobre depósitos de combustibles o gases comprimidos.

C. Los explosivos y su fabricación en la guerra de resistencia.

La mayoría de los explosivos que pueden ser utilizados para una guerra de resistencia son fabricados en laboratorios o lugares ocultos a la vista de la potencia invasora. Esto trae como consecuencia que la mayoría de los explosivos sean inestables y fallen por diversos motivos, lo que da pie a que su manipulación sea hecha con suma precaución en todo momento.

Pólvora negra.

Proporción:

La pólvora negra reglamentaria puede ser de dos tipos:

a) Pólvora negra cloratada
b) Pólvora negra nitrada.

Según se emplea como base el clorato o el nitrato.

1. **Pólvora negra cloratada.**

Para la preparación de esta pólvora se deben mezclar los siguientes elementos en esta proporción:

- Clorato de potasio. 75%
- Carbón vegetal 15%
- Azufre 10%

Para obtener un kilogramo de pólvora cloratada al frío se agregaron los elementos de la siguiente composición:

- Clorato de Potasio 7 tasas
- Carbón vegetal 1 1/2 tasa
- Azufre 1/2 tasa

2. Pólvora Negra Nitrada.

Para la preparación de esta pólvora se mezclaron los siguientes elementos en la preparación establecida:

1. Sal de Nitrato 75%
2. Carbón vegetal 12,50%
3. Azufre 12,50%

La mayoría de las veces se utilizan la proporción siguiente como carga explosiva de las bombas de tubo (niples), dando muy buenos resultados:

1. Nitrato de Sodio seis (06) Potasio siete y media (07 ½) partes
2. Carbón vegetal una y media (01 ½) partes
3. Azufre una (01) parte

Cuando la pólvora negra se usa como impulsora en balística se prepara en la siguiente proporción:

1. Nitrato de Potasio (RNO3) 75%
2. Azufre (S) 10%
3. Carbón vegetal (C) 15%

Los ingredientes deben pesarse y molerse antes de mezclarse.

3. **Naftalina - Nitrato de Amonio - Aluminio:**

A veces es necesario que el combatiente de resistencia fabrique sus propios explosivos mezclando las sustancias antes mencionadas en las siguientes proporciones:

1. Naftalina 5 partes
2. Aluminio en polvo 5 partes
3. Nitrato de Amonio 90 partes

4. Urotropina Acido Cítrico, Peroxido de Hidrogeno:

El combatiente de resistencia puede fabricar un explosivo con los elementos expuestos con anterioridad en la siguiente proporción:

1. Urotropina 4 partes

2. Acido Cítrico 6 partes
3. Peroxido de Hidrógeno 20 partes

Esta mezcla es sumamente poderosa y sus elementos pueden obtenerse sin menor sospecha.

La Urotropina, se emplea en medicina para combatir las infecciones renales y se puede solicitar en farmacias.

El Peroxido de Hidrogeno, mejor dicho agua oxigenada.

El Acido Cítrico, se obtiene fácilmente de las frutas cítricas.

5. Nitrato de Potasio, Carbón vegetal, Azufre.

La mezcla de estos tres elementos forma un compuesto explosivo de reacción rápida que puede descomponerse por acción del calor o fricción. El empleado comúnmente en operaciones irregulares y especialmente en la fabricación de bombas caseras accionadas por mecha lenta, dando muy buenos resultados.

Los elementos deben mezclarse en la siguiente proporción:

1. Nitrato de Potasio 7 1/2 partes
2. Carbón vegetal 1 1/2 partes
3. Azufre 1 parte

6. Nitrato de Sodio - Carbón vegetal – Azufre.

Esta mezcla es similar a la anterior; su poder explosivo es idéntico y la proporción es igual; su diferencia radica en el Nitrato de Sodio.

Para obtener un explosivo sumamente efectivo debe estar mezclado así:

1. Nitrato de Sodio 7 1/2 partes
2. Carbón vegetal 1 1/2 partes
3. Azufre 1 parte

D. Manera de obtener materiales necesarios para la fabricación de explosivos improvisados.

Generalidades sobre los modos de obtención:

En el caso de un conflicto asimétrico donde la utilización de los explosivos convencionales se hace sumamente difícil , debido a que los

mismos con seguridad estarán bajo el control y resguardo de la fuerza invasora, se hace necesario que nuestros combatientes de resistencia conozcan los sitios donde obtienen estos elementos para su utilización.

Permanganato de Potasio:

1. Símbolo (KMnO4)
2. Origen (farmacia, hospitales, gimnasios, piscinas)

Clorato de Potasio:

1. Símbolo (KC103)
2. Origen (farmacias, hospitales, gimnasios, piscinas, petroquímicas).

Nitrato de Potasio:

1. Símbolo (KNO3)
2. Origen (fabricas de abono, explosivo, fósforo y la petroquímica).

Nitrato de Amonio:

1. Símbolo (NH4) NO3
2. Origen (fabricas de abonos o explosivos).

Nitrato de Sodio:

1. Símbolo (Na NO3)
2. Origen (fabrica de abono y cristal).

Oxido Ferrico:

1. Símbolo (Fe2 o 3)
2. Origen (ferreterías y almacenes de pintura).

Aluminio en Polvo:

1. Símbolo (AL)

2. Origen (almacén de pintura, fabrica de automóviles, limadura deAluminio en polvo).

Magnesio:

1. Símbolo (Mg)
2. Origen (fabricas de automóviles, o un taller, industria química).

Glicerina:

1. Símbolo C3H5 (OH)3
2. Origen (farmacias, fábricas de jabón o velas).

Acido sulfúrico:

1. Símbolo (H2S04)
2. Origen (farmacia, talleres, hospital).

Parafina:

1. Sustancia: sólida blancuzca, orgánica, obtenida destilada de alquitrán.
2. Origen (farmacia, refinerías, ferretería, entre otros.).

Clorato de Sodio:

1. Símbolo (NaClO3)
2. Origen (fónica de fósforo o explosivo).

Azufre:

1. Símbolo (S)
2. Origen (farmacia fábrica de fósforo).

Polvo de Carbón Vegetal:

1. Sustancia Orgánica.
2. Origen (Producto de madera quemada polvorizada).

E. Materiales incendiarios.

Existen una gran cantidad de variedades de productos químicos como espontáneos con sus respectivas modalidades de mezclas que producen variantes, más poderosos y entre los más corrientes tenemos:

Fósforo.

Este es un solidó ceroso amarillento de color claro, que se quema espontáneamente cuando es expuesto al aire. Se almacena sumergido en agua, en la cual no se puede disolver. Cuando se usa para ignear el papel ó tela, primero es disuelto en bisulfuro de carbonó. Cuando se expone al aire, el bisulfuro de carbono se evapora lentamente, dejando partículas de fósforo que comienza a quemarse.

Sodio:

El sodio es un elemento metálico que comienza a quemarse en forma violenta al hacer contacto con el agua, es naturalmente brillante, pero cuando se expone al aire, torna color café, es más eficaz cuando se mezcla con otros agentes químicos. Como dispositivo incendiario es particularmente útil en actos de sabotaje, especialmente en muelles y aserraderos.

Termita.

La termita es un incendiario secundario, de alta inflación esta compuesto de una mezcla pulverizada de óxido férrico y aluminio, el polvo de aluminio es el mismo que se puede obtener en almacenes; ferreterías, usado comúnmente en la elaboraci6n de pintura plateada. También se puede obtener en las plantas de tratamiento de aguas contaminadas usado en el proceso de purificación.

Yodo y Permanganato:

La mezcla de estos dos elementos tiene la propiedad de que al mezclarse con glicerina, comienza a arder con calor intenso. Se puede obtener en farmacias, hospitales, gimnasios y piscinas, y la glicerina en fábrica de velas o jabones.

Clorato y Azúcar:

El clorato de potasio mezclado con azúcar granulada, forma una mezcla incendiaria que arde con una llama o con Acido sulfúrico por un período corto de tiempo, pero con mucha efectividad. Se quema a una temperatura de 1.500° F, suficiente como para encender cualquier material combustible.

NAPALM y Gasolina:

Estos son derivados del petróleo altamente inflamable. Son usados comúnmente en los dispositivos del sabotaje incendiario y se pueden fabricar diferentes tipos, según sea el producto que se tenga a mano para el momento. Algunas veces se pueden preparan gasolina mezclada con jabón, aceite y caucho de goma.

F. Acelerantes empleados en bombas incendiarias.

Otro factor importante relacionado con la bomba incendiaria son los acelerantes, aunque muchas veces se usan junto con las bombas, no se les considera componentes y en consecuencia no se emplea en todos los casos.

Estos son generalmente líquidos altamente volátil como la gasolina, kerosén, trementina, aceites, thiner, acetona, alcohol, bencina toluenoxileno, acetato amilico, entre otros. Con estos líquidos hay que tener presente que debido a su volatilidad a la temperatura ambiente hay que combinarlos para que no produzcan concentraciones de vapores altamente explosivos.

G. Artefactos explosivos e incendiarios

Clases de bombas explosivas improvisadas

1. .Cajas de zapatos, cajas de cigarros.
2. Bomba de tubo (niple)
3. Libro
4. Granadas de mano Bombas plásticas Botella
5. Lata
6. Tambor de frenos (mina).
7. Maleta
8. Bombas de luz
9. Bomba de pólvora negra
10. Todos los tipos principales de bomba

Clases de bombas incendiarias improvisadas

1. Caja de fósforo con cigarrillos.
2. Vela
3. La jabonera
4. Ladrillo incendiario.
5. Napalm
6. Chispa
7. Acido con ingredientes químicos.
8. Termita improvisada
9. Cóctel.
10. Molotov
11. Lámpara

H. Espoleta improvisada

Espoleta se define como un dispositivo utilizado para iniciar una carga explosiva de una munición o un artefacto explosivo.

Una espoleta improvisada es un artificio que para su fabricación se utilizan materiales del medio circundante o de apariencia inofensiva tomando siempre en cuenta los principios de funcionamiento de las espoletas de tipo convencional más conocidas en el país, las cuales funcionan o estallan por la acción de una persona desprevenida al mover un objeto de apariencia inofensiva o camuflada dentro de un artefacto cualquiera, dentro de la estructura de una edificación.

Cabe destacar que las espoletas improvisadas más conocidas en Venezuela son de contactos eléctricos debido a su fácil fabricación y la disposición de gran variedad de elementos eléctricos para ser empleados para tal fin.

Acción iniciadora

Paso inicial para poner en funcionamiento un dispositivo explosivo.

Tipos de acción iniciadora:

1. Presión
2. Tracción
3. Alivio de presión
4. Alivio de tensión
5. Movimiento
6. Acción de retardo

Acción interna de funcionamiento de la espoleta.

1. Acción mecánica
2. Acción pirotécnica

3. Acción de reloj
4. Acción eléctrica
5. Acción biológica
6. Acción lumínica
7. Acción por fuente de agua

Para efectos de instrucción las espoletas improvisadas se clasificaron de acuerdo a la acción iniciadora de la espoleta en dos grandes grupos

1. Espoletas improvisadas de retardo
2. Espoletas improvisadas instantáneas.

I. Espoleta Improvisada de retardo:

Este tipo de espoletas son de sencilla fabricación y están diseñadas y orientadas a producir la acción que inicia el incendio o la explosión del artefacto que se emplea o incendios de cualquier índole ya que permite la inflamación en el momento deseado dándole oportunidad al combatiente de resistencia de escapar del área u objetivo a ser destruido.

Fósforos cigarrillos:

Son los más sencillos y los de mayor frecuencia pudiendo ilustrar según la figura anexan la perfecta disposición de este artefacto. Cabe mencionar que los cigarrillos que se utilizan en este tipo de espoletas no son los cigarrillos comunes debido a que no se consumen en su totalidad. Son cigarrillos negros o sin filtro pero si es necesario su utilización se puede usar uno corriente con una porción mínima de pólvora en su interior para facilitar su completa combustión.

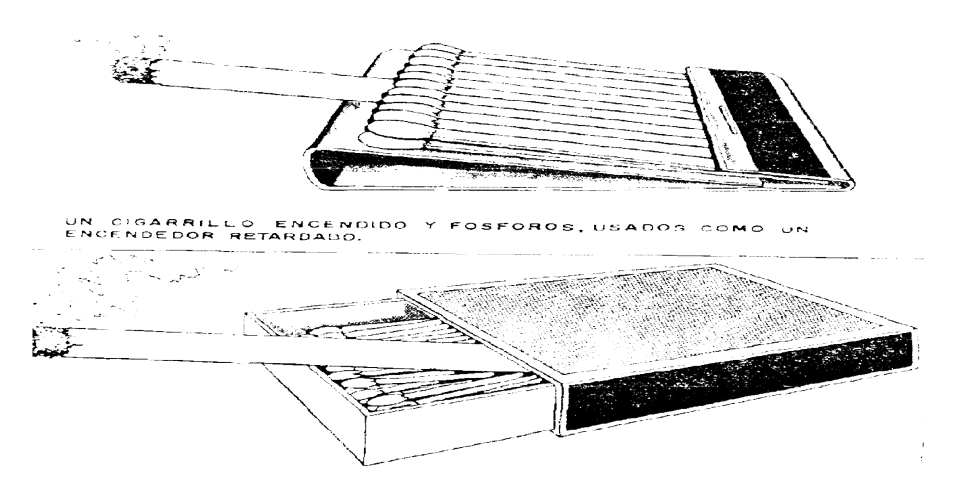


Figura 30 Conjunto Fosforo – Cigarrillo usado como espoleta de retardo

Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).

Una vela de cera:

Sabemos bien como se quema una vela y el tiempo que tarda en consumirse. En base a esto se puede calcular el tiempo que se desea para que se produzca el fin que se persigue. La vela se puede colocar sobre un material combustible bien sea de tela, algodón, papel entre otros., de manera que al consumirse encienda la superficie del material donde se encuentra Es un dispositivo ventajoso porque deja casi poca o ninguna evidencia de su uso.

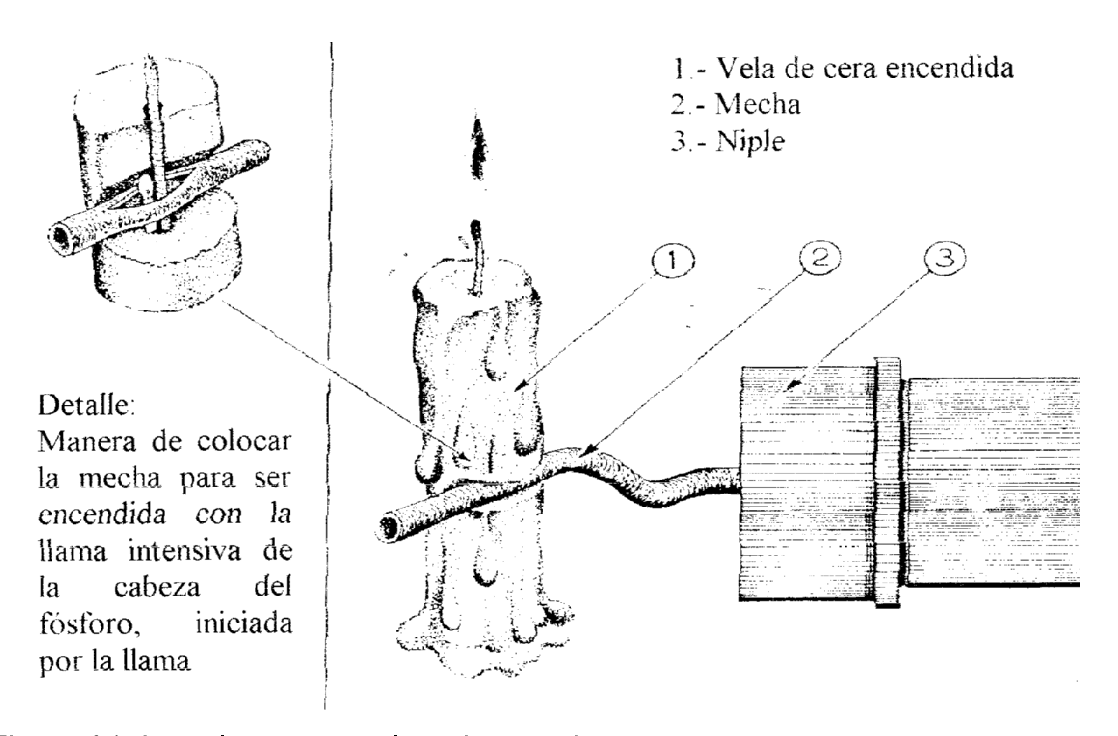


Figura 31, La vel como espoleta de retardo

Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).

Espoleta improvisada biológica con tubo de ensayo

Este dispositivo esta compuesto por un tubo de ensayo, guisantes secos de maíz o caraotas, dos tapones de corcho (uno flotante y uno fijo), tornillos de cobre, y alambres conectores.

Sus funcionamiento se basa en la propiedad que tienen las legumbres tales como guisantes secos de expandirse al absorber el agua través del fenómeno conocido como Osmosis, empujando el corcho flotante hacia arriba para completar el circuito formado por los alambres y los tornillos fijados en el centro de los corchos. Cabe destacar que se debe agregar suficiente agua dentro del tubo de ensayo para que se haga efectiva su absorción por los guisantes.

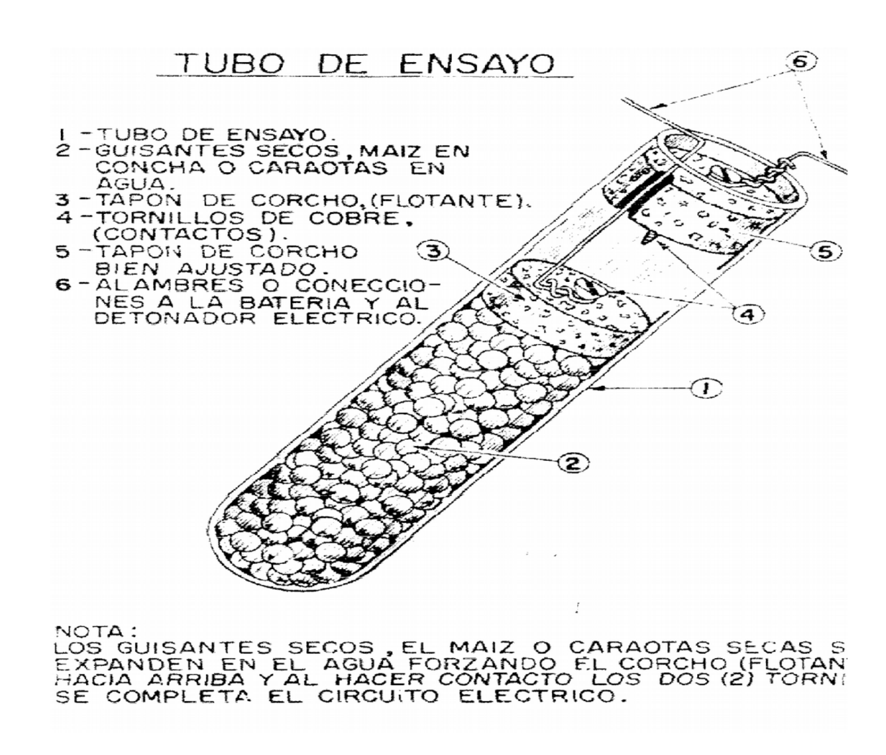


Figura 32.Tubo de ensayo como dispositivo de retardo

Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).

Envase de cartón incendiario:

Este tipo de artificio consiste en un envase de cartón con una vela fijada en su interior. La longitud de la vela depende del tiempo que necesita en individuo para su retirada después de su colocación. Antes de colocarlo se deberá abrir la boca del envase para facilitar la combustión de la vela y colocarlo cerca de materiales inflamables. Al consumirse la vela en su totalidad esta incendiara el envase el cual producirá el calor necesario para iniciar un intenso fuego.

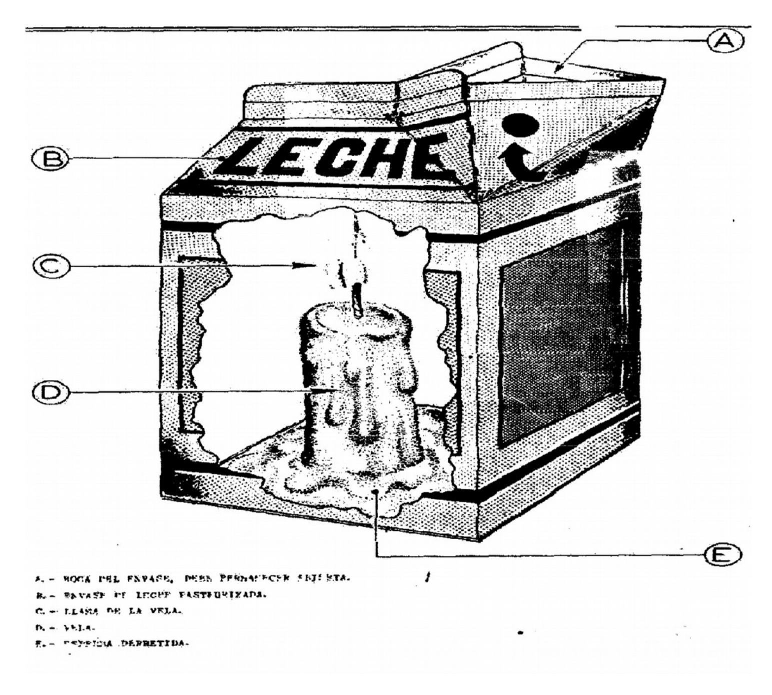


Figura 33 Vaso de Leche Incendiario

Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).

Espoleta flotante eléctrica:

Es un dispositivo de retardo bastante sencillo basándose en las propiedades que tienen los materiales livianos tales como el corcho, el anime, el plástico y otros de flotar en los líquidos.

Esta compuesta por una llave de paso de agua, una manguera plástica o de caucho una botella de vidrio, una fuente de agua, corchos, tornillos alambres conductores, baterías, capsula detonante eléctrica y una carga explosiva.

Una vez realizadas todas las adaptaciones de acuerdo a la ilustración que se presenta y calculado el tiempo disponible para la retirada se abre el grifo y el agua llenara el recipiente o la botella haciendo subir el corcho o cualquier material que flote en líquidos el cual lleva conectado una varilla de cobre que al cerrar el circuito se produce la detonación de la carga explosiva eléctricamente.

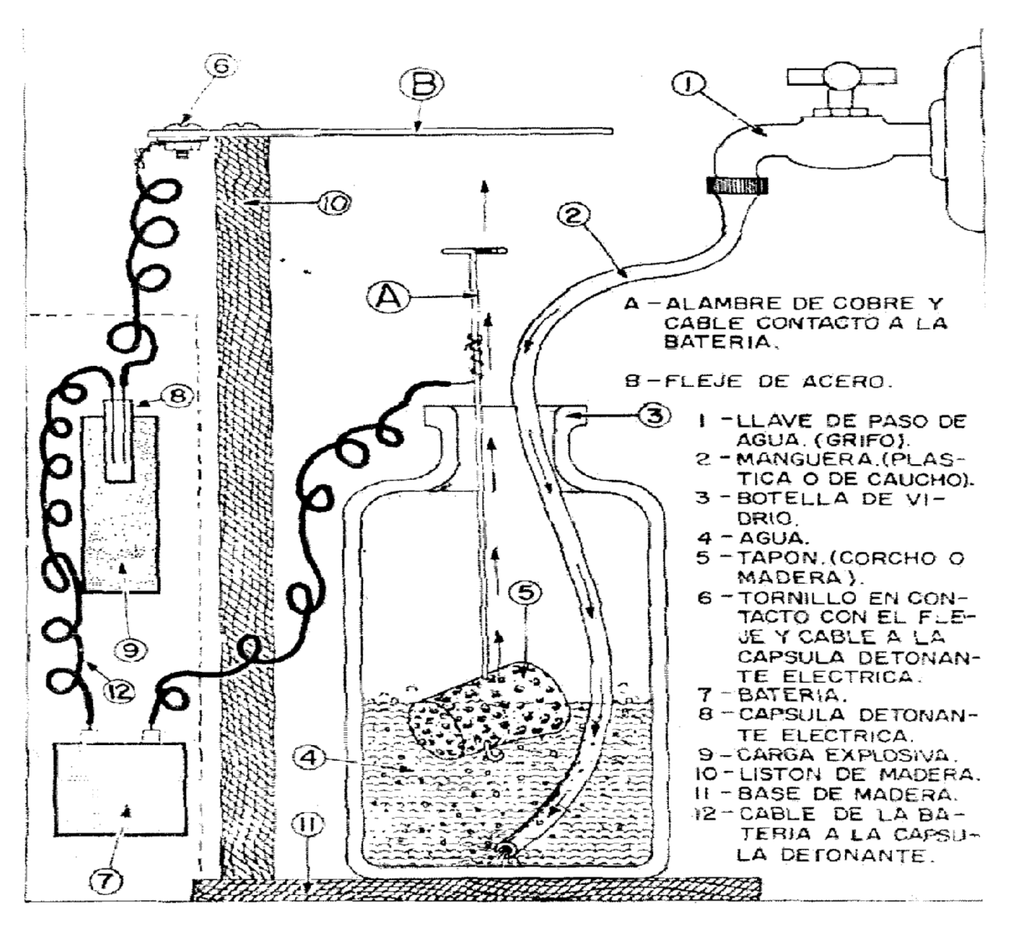


Figura 34 Dispositivo De Retardo Flotante Eléctrico

Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).

Espoleta de hielo:

Dispositivo de retardo basado en la propiedad del estado sólido del agua. Su construcción es sumamente sencilla pero muy delicada en lo que se refiere a su preparación. Esta compuesta por un pedazo de hielo de variado tamaño de acuerdo a las necesidades del usuario, una liga o banda de goma, tornillos, tablillas de madera, una batería, una cápsula detonante eléctrica y una carga explosiva.

Funcionamiento

El principio de funcionamiento es sumamente sencillo por su principio básico que tiene el principal elemento de retardo de la espoleta como lo es el hielo debido a que este pasa de estado sólido a líquido a temperatura ambiente. Una vez efectuado el montaje de la misma según se ilustra en la figura. Como primer paso para su armado se hará la conexión de la batería a los bornes de la tablilla de madera, luego se coloca la barra de hielo, calculando con anterioridad el tiempo que tarda en derretirse el pedazo de hielo según su tamaño, luego las ligas de goma y como punto final los bornes del detonador.

La presión que ejercen las dos ligas de goma hacen que la superficie de la tabla baje en sentido horizontal a medida que el hielo se derrite cerrando el circuito eléctrico haciendo estallar la carga explosiva.

Desactivación:

Cuando se identifique este tipo de espoleta se debe colocar un aislante entre los cuatro bornes de manera de impedir o interrumpir el cierre del circuito.

Realizado esto la espoleta no reviste ningún peligro por lo que se puede separar la fuente y el detonador del explosivo para su posterior destrucción.

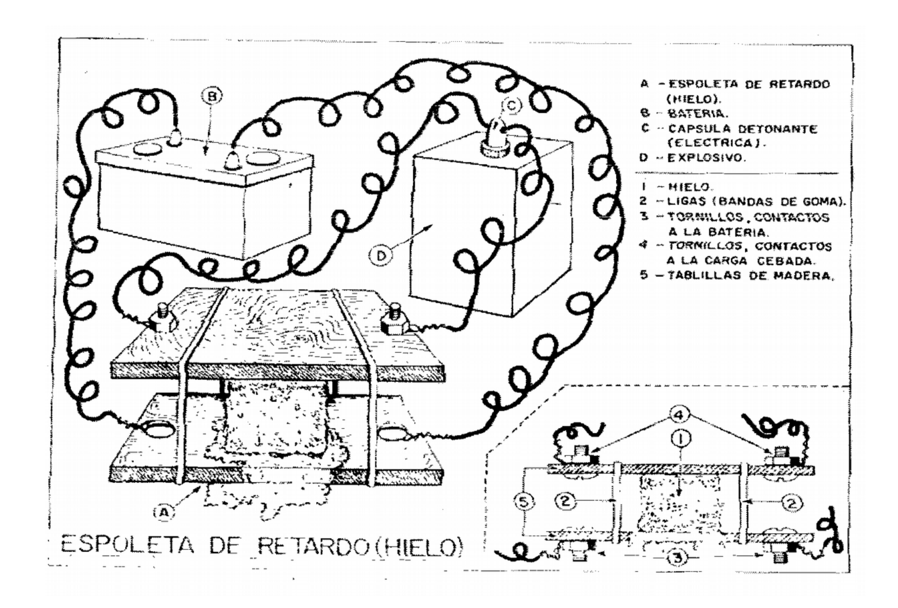


Figura 35 Espoleta improvisada de reloj
Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).

Este tipo de dispositivo de retardo puede elaborarse tanto con un reloj de cuerda como uno eléctrico pudiendo ser empleado de dos formas:

1. Tomando como base el despertador.
2. Tomando como base la esfera del reloj.

En el primer caso no se presenta gran dificultad constituyéndose un gran problema para quien lo manipule. Consiste en tomar como negativo la masa que golpea la campana, pero no golpeará la campana sino el positivo del circuito que viene siendo un cable rígido que esta aislado conectado al positivo del batería; cerrado así el circuito eléctrico.

En el segundo caso uno de los cables que viene de la batería del circuito (el positivo), llega al tornillo colocado en la esfera del reloj. El otro cable completa el circuito pudiéndose instalar en cualquier parte del cuerpo metálico debiéndose comprobar que las agujas del reloj sean de metal y buenas conductoras de electricidad. Cuando el reloj funcione las agujas al llegar a la altura del tornillo colocado en la esfera, chocara con este cerrando el circuito. Si se desea que el artefacto funcione a corto tiempo se emplea la

aguja que marca los minutos o si se requiere de mayor tiempo se quitará la aguja que marca los minutos se dejara la que marca la hora.

Desarme:

Primeramente hay que verificar si se dispone del tiempo necesario para poder actuar sobre la espoleta. Posteriormente se procede a desconectar la fuente eléctrica no sin antes verificar que no se este empleando otro método de detonación del artefacto explosivo.

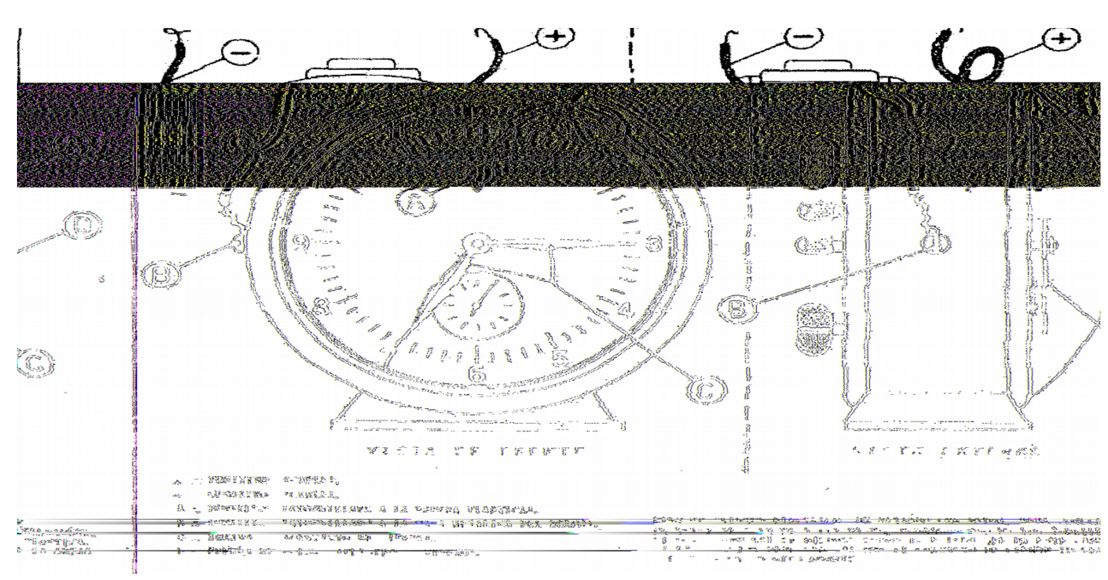


Figura 36. Desarme de dispositivo

Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).

Espoleta de retardo químico con acetona

El funcionamiento de este dispositivo se base en el ataque que hace la acetona, para disolver el diafragma, cerrando el circuito y causando la explosión

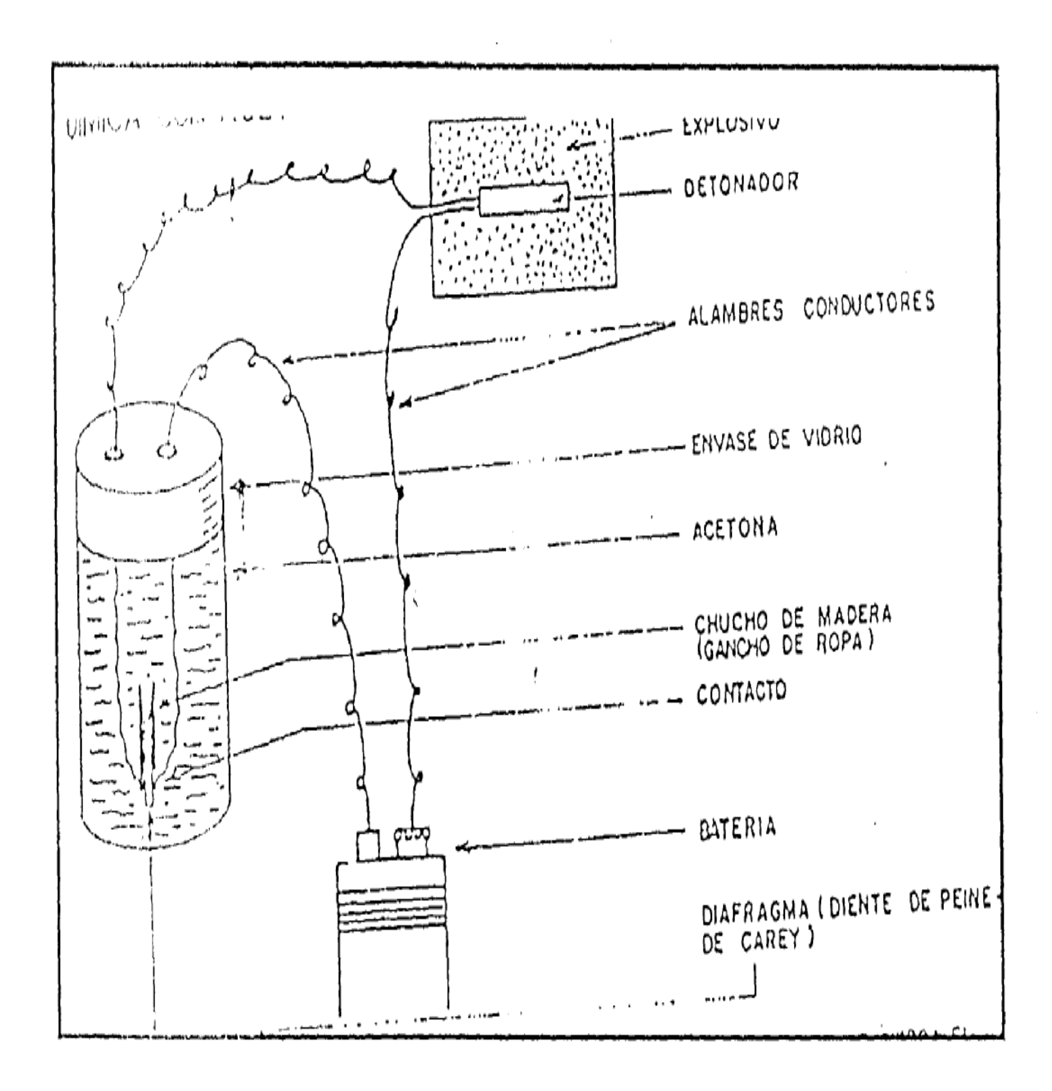


Figura 37. Espoleta de retardo químico con acetona
Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).

J. Espoletas improvisadas instantáneas

Son aquellas espoletas que hacen detonar una carga explosiva en forma instantánea una vez activadas ya sea por movimiento vehicular o de personas. Este tipo de espoletas basan sus principios de funcionamiento en movimientos mecánicos como lo son la fricción, la tracción y la presión, iniciando la carga explosiva ya sea eléctricamente o por encendido de mechas.

Tirafrictor:

Es un dispositivo de funcionamiento por fricción que origina una llama capaz de incendiar una mecha, un detonador u otro dispositivo. Este dispositivo consiste en un cordón móvil (de hilo de ceda, de cáñamo, o alambre), teniendo uno de sus extremos una argolla de apoyo y en el otro va sujetado a una pieza semifija que contiene en uno de sus extremos una mezcla de fósforo rojo, goma y vidrio molido.

Al ejercer tracción sobre el cordón, la pieza semifija que contiene una mezcla de clorato de potasio, azufre y sulfuro de antimonio provoca la fricción de ambas piezas y por consiguiente el encendido del dispositivo. Este principio es semejante al encendido de un simple fósforo por fricción.

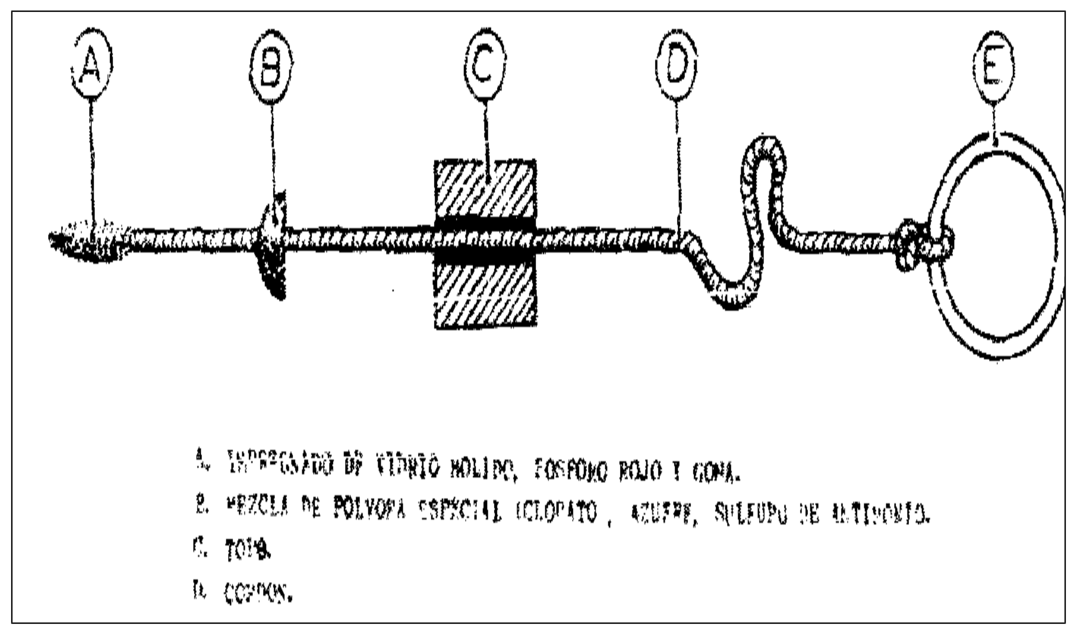


Figura 38 TIRAFRICTOR

Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).

Espoleta improvisada de tracción:

Esta constituida solamente por dos pedazos de alambre forrados completamente y pelados en uno de sus extremos en donde se ha colocado dos argollas metálicas donde es conectado directamente el detonador eléctrico y a la carga explosiva. Al ser tractado el alambre las argollas se unen cerrando el circuito por ende provocando la detonación de la carga explosiva

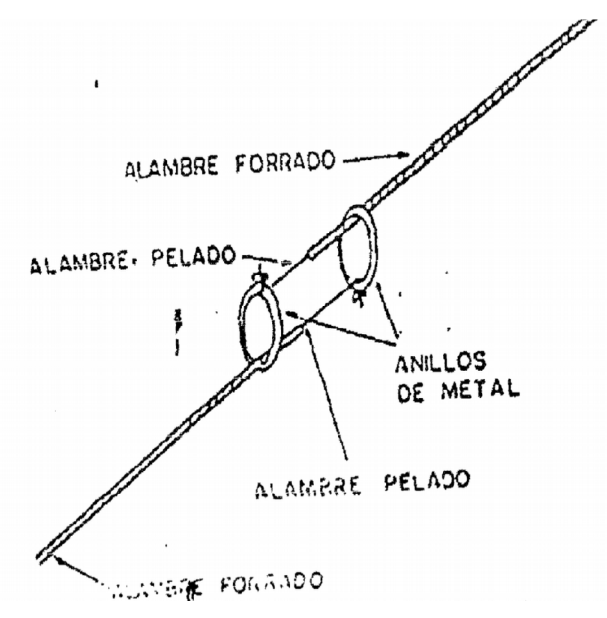


Figura 39 Espoleta improvisada de tracción
Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).

Espoleta improvisada de tracción con un gancho de ropa:

Este tipo de espoleta esta constituida por un gancho de madera o de plástico, una batería un detonador eléctrico adosado a la carga explosiva. Su principio de funcionamiento se basa en la tracción de un cordel que en un extremo esta conectado a un extremo fijo y el otro a una cuña de madera la cual esta interrumpiendo dos contactos fijados al gancho de ropa y al detonador eléctrico. Al tractarse el cordel se libera la cuña del gancho de ropa cerrando el circuito eléctrico haciendo detonar la carga.

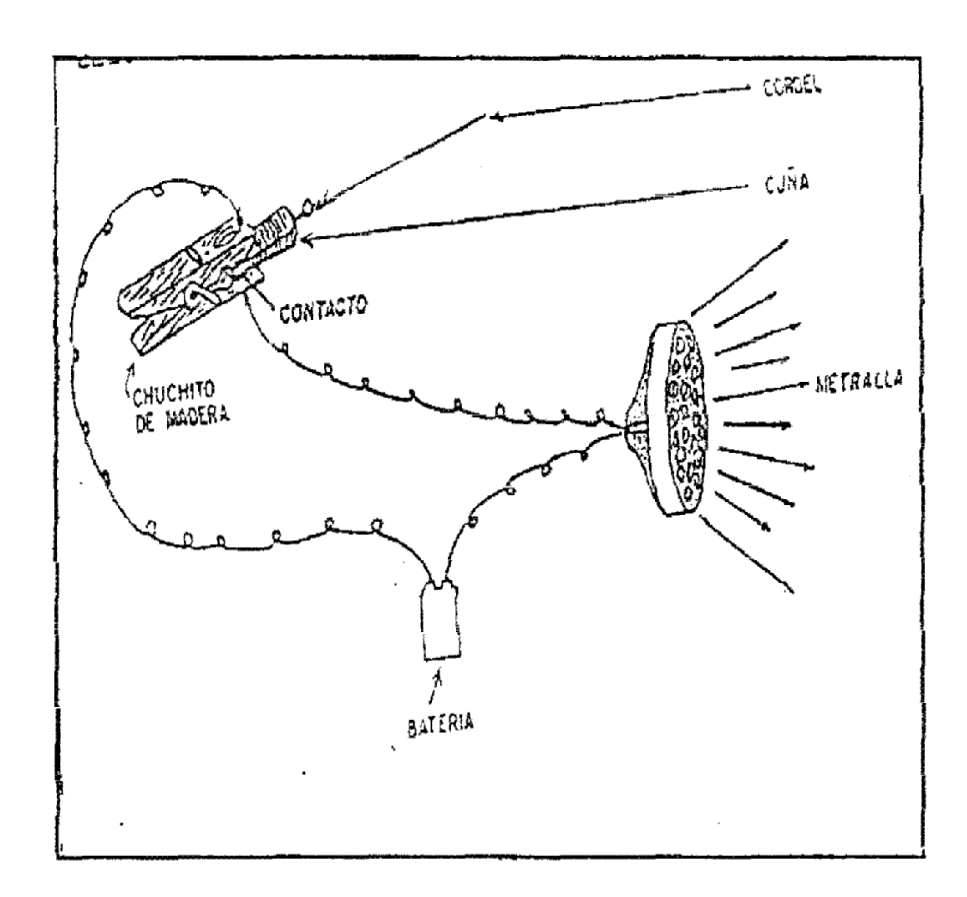


Figura 40. Espoleta de tracción
Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).

Espoleta de alivio de tensión con resorte:

Consiste en un resorte forrado y estirado con un aislante o forrado con teipe. Un extremo es fijado a un objeto fijo y el otro a un objeto señuelo cuidando que el espiral quede estirado lo más posible. En una de las vueltas del espiral son colocados dos conexiones eléctricas las cuales, van conectadas directamente al detonador eléctrico que se encuentra adosado a la carga explosiva. Su funcionamiento consiste en cerrar el circuito eléctrico colocado en una de las vueltas del espiral del resorte el cual se cierra al cortarse o liberarse el objeto que se encuentra conectado a uno de los

extremos del resorte cerrándose el circuito haciendo detonar la carga explosiva.

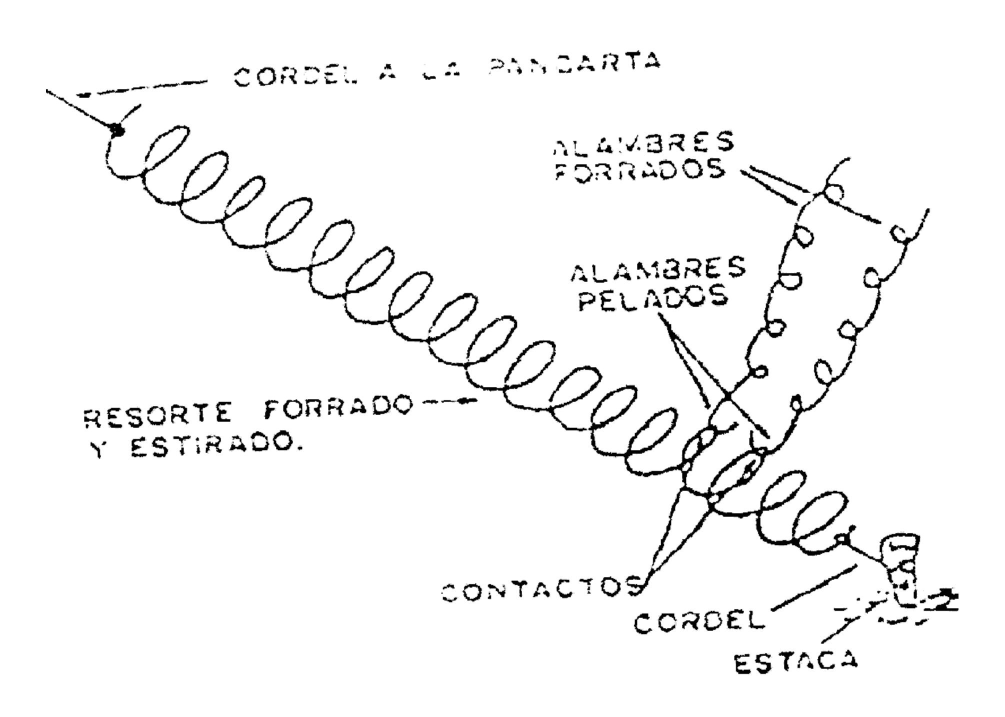


Figura 41. Espoleta de Alivio de Tensión
Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).

Espoleta eléctrica improvisada de tracción y alivio de tensión

La espoleta eléctrica de tracción o alivio de tensión, es un artificio muy sencillo por su improvisación permitiendo cerrar el circuito que inicia la carga de una trampa explosiva, esta compuesta por alambre de disparo, cuerda o alambre capaz de soportar el peso de la pesa metálica, una pesa metálica de forma cilíndrica o cuadrada, tornillos, pasadores o clavos largo o varilla metálica que funciona como seguro de la espoleta, cables y baterías. Hay que tener en cuenta que durante su construcción la batería deberá ser incluida en el conjunto de la espoleta

Funcionamiento:

Luego de ajustada la tensión del alambre de disparo se introducen los clavos o varillas de seguridad con el fin de que la pesa metálica atada al alambre de disparo cuelgue entre los bornes o contactos eléctricos que se encuentran colocados arriba y debajo de la pesa Una vez determinado esto se sacan los clavos de seguridad. Una tracción adicional o el alivio de la tensión en el alambre de disparo hace subir o bajar el peso metálico que actúa de puente entre los bornes de contacto (tornillos), para cerrar el circuito produciéndose la detonación del fulminante

Desarme:

Lo principal que se debe hacer luego de la identificación del artificio es desconectar la batería con sumo cuidado y posteriormente proceder a desarmar si es necesario o destruir la carga explosiva

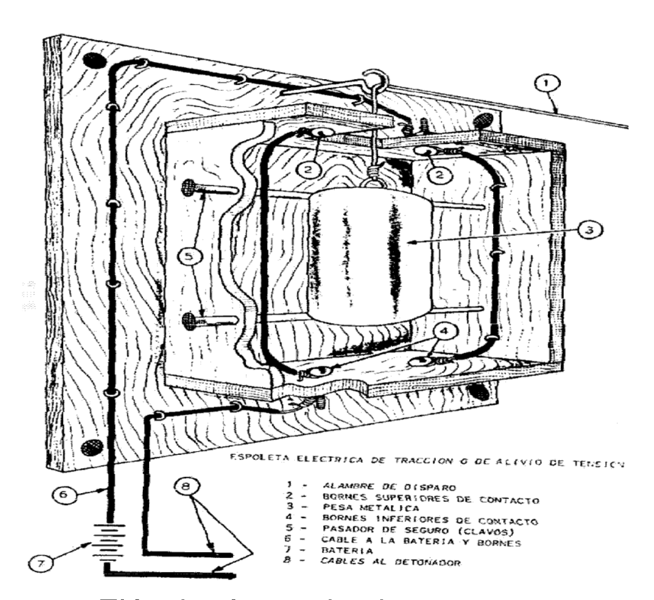


Figura 42 Contacto Eléctrico Improvisado

Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).

Espoleta improvisada de alivio de presión:

Esta espoleta consiste en una caja de madera que contiene en su interior una carga explosiva, un detonador eléctrico, una batería un contacto eléctrico fijo y un contacto eléctrico móvil al cual se le ha colocado un resorte comprimido y en una de sus caras un orificio por donde sale un cordón que tiene amarrado en un extremo una cuña de madera que sirve para interrumpir el circuito eléctrico durante el traslado del artefacto.

Su funcionamiento consiste que al ser colocado el artefacto, el peso del mismo presiona el contacto móvil haciéndolo retroceder. La espoleta se activa cuando el artefacto es levantado trasladado del sitio de colocación. La acción recuperadora del resorte hace que el contacto móvil se desplace cerrando el circuito haciendo detonar la carga explosiva.

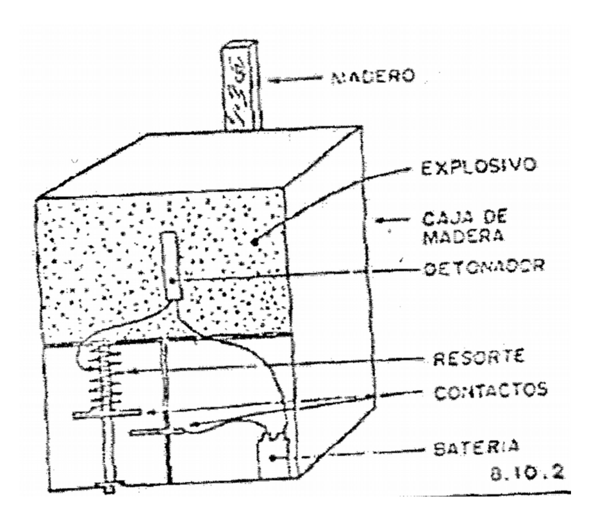


Figura 43 Espoleta de Alivio de Presión

Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).

Espoleta de presión

Espoleta improvisada de presión sobre un tronco:

Consiste en la improvisación de dos contactos eléctricos entre la concha y la corteza del mismo ligeramente separada por un pedazo de cualquier objeto de naturaleza blanda. Los contactos eléctricos van directamente conectados al circuito eléctrico que conforma el detonador eléctrico y la batería. Su funcionamiento se basa en que al ser pisado el tronco por la victima se unen los contactos eléctricos por acción de la presión haciendo detonar la carga explosiva

Esta espoleta tiene contacto improvisado entre el tronco y la corteza del mismo; se unen al presionarse con el pie de la victima.

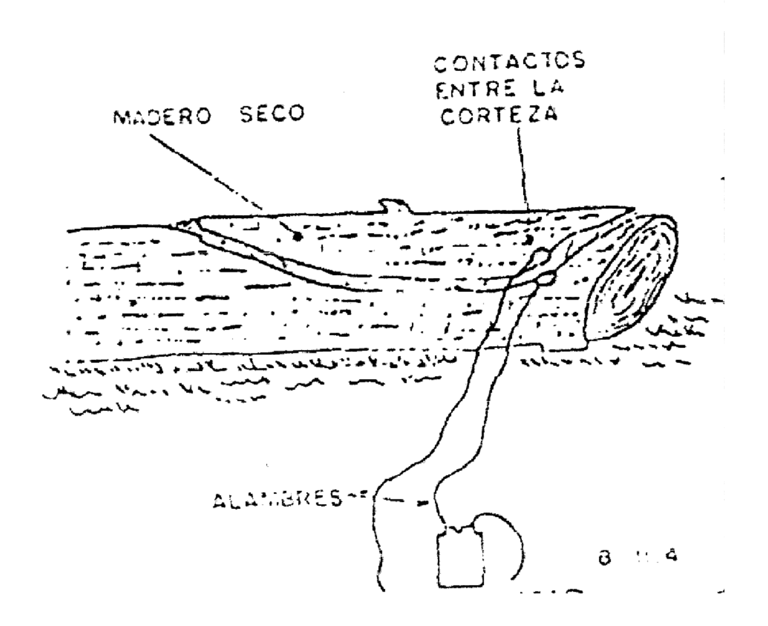


Figura 44 Espoleta improvisada de presión sobre un tronco
Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).

Espoleta de presión para escaleras de madera:

Este de espoleta son muy comunes dentro de edificaciones porque su colocación se basa en sitios de obligado transito de la victima o victimas. Consiste en la remoción de un escalón de una escalera de madera e improvisando dos contactos eléctricos ya sea con chinches pelados o con tornillos y un pedazo de esponja que permita la separación de los contactos eléctricos que van directamente conectados al detonador eléctrico de la carga explosiva. Su funcionamiento consiste en el cierre del circuito eléctrico por efecto de la presión de la pisada de la victima sobre el escalón cerrando el circuito haciendo detonar la carga explosiva.

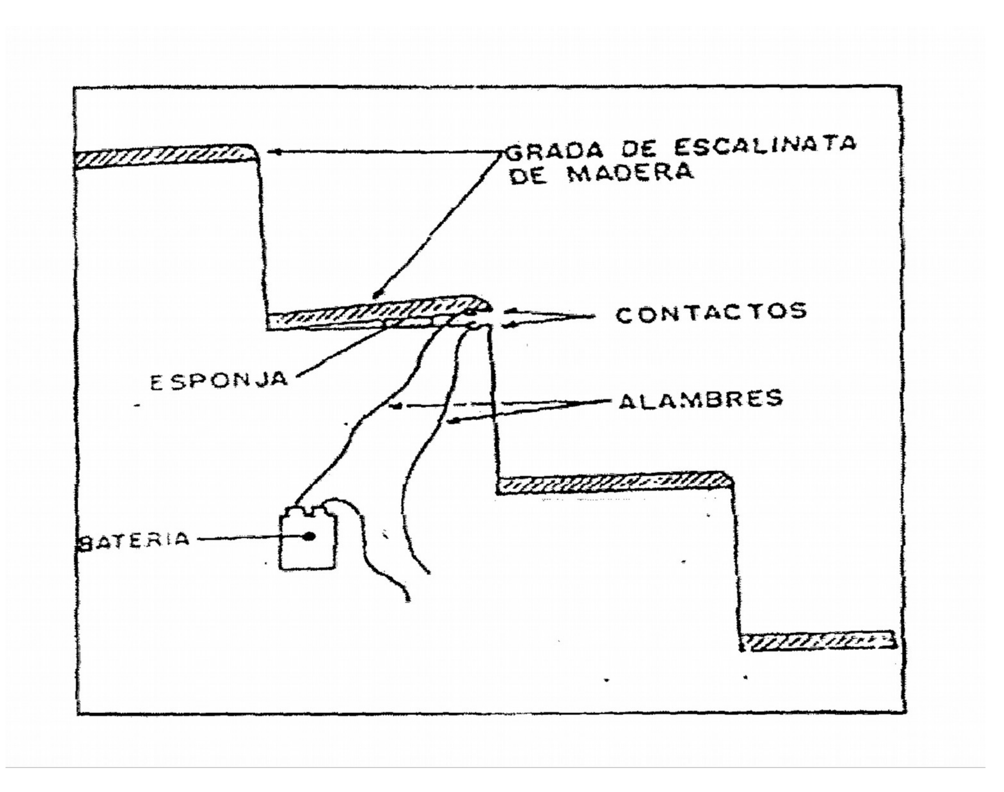


Figura 45. Espoleta de Presión para escaleras de madera
Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).

Espoleta improvisada de presión contra vehículos:

Este dispositivo consiste en una caja mediana de madera que tiene metal en la parte interior, donde se encuentran conectados los contactos eléctricos del circuito el cual funciona como fragmentación primaria. Esta caja va enterrada en la calle que al paso del vehículo la llanta quiebra la caja y hace el contacto generando que al cerrarse el circuito se detone la carga. Cada una de las tapas de la caja se encuentra separada por cuñas de madera de poco espesor y aguante con el fin que estas se partan al paso del vehículo por acción de su peso.

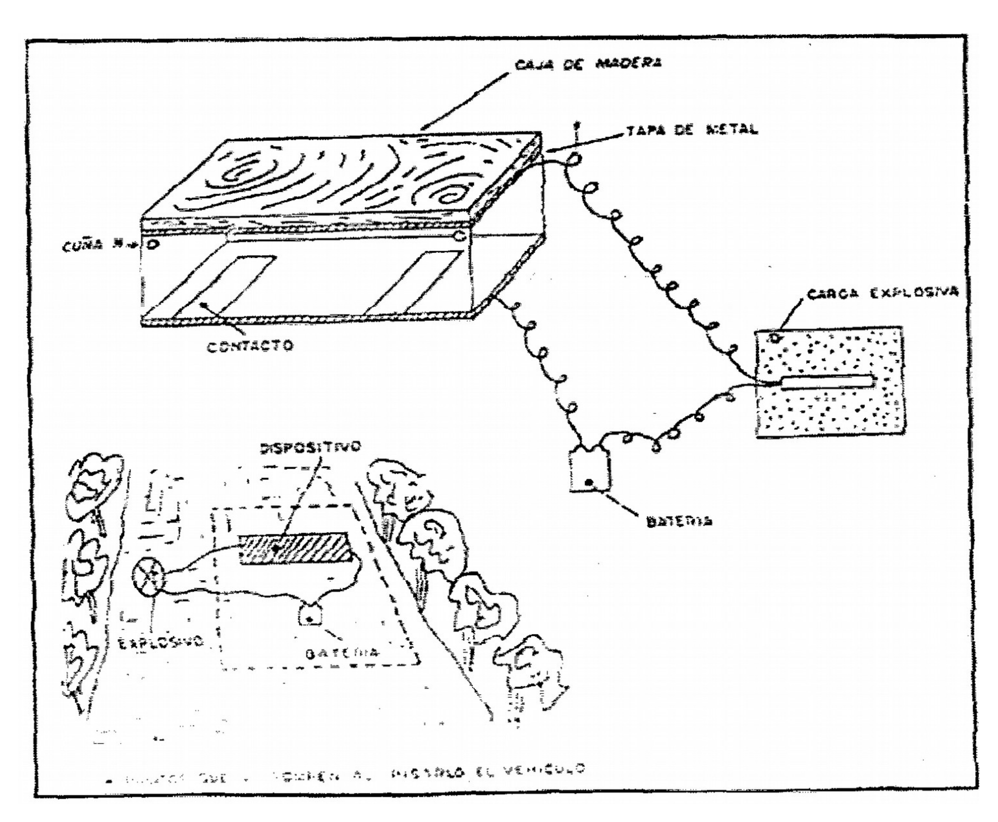


Figura 46. Espoleta de Presión contra vehículos

Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).

Espoleta improvisada de madera por presión:

Este tipo de espoleta es uno de las más comunes, debido a su fácil fabricación siendo destinado su uso como mina anti personal y para el minado de senderos y trochas.

Consiste en dos placas de madera de mediano tamaño separadas por resortes que se encuentran colocados en los extremos. En su interior se encuentran atornillados dos placas de cobre separadas entre si por la distensión del resorte. Su funcionamiento consiste en el cierre del circuito por la unión de las dos placas de cobre que se encuentran en su interior producto de la presión que se ejerce en una de sus caras al ser pisada por la victima. Una de las placas se desplaza hacia abajo por efecto de la presión cerrando el circuito eléctrico haciendo detonar la carga explosiva.

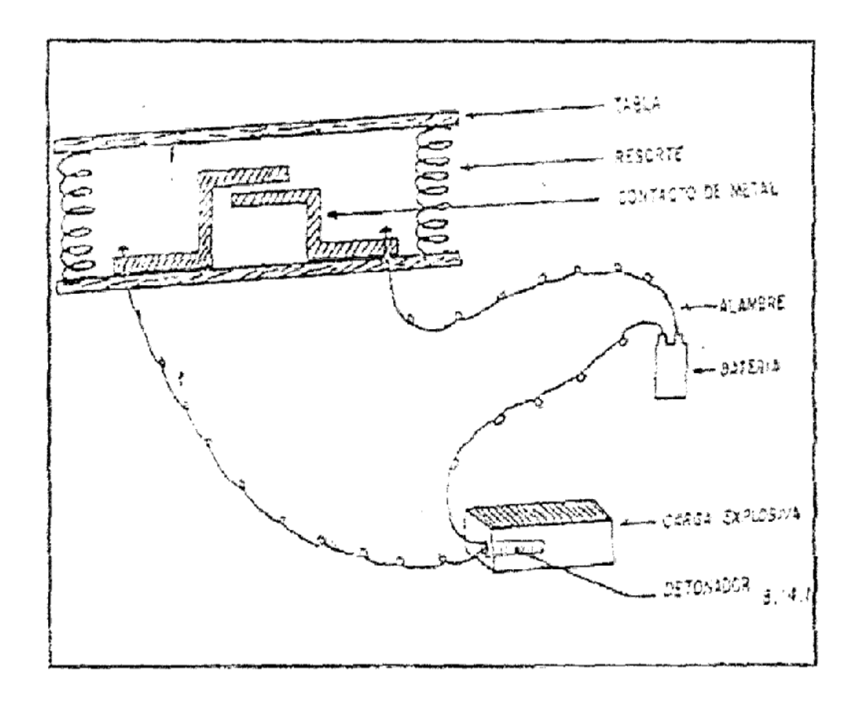


Figura 47. Espoleta de Presión (Eléctrica Instantánea)
Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).

Espoleta improvisada de presión con placas de metal:

Utilizada en minas explosivas instaladas entre la maleza en terrenos quebrados, consiste dos retazos de laminas de 15 x 5 centímetros, sostenidos en un pequeño trazo de madera, que sirve como aislante. Las dos laminas tienen soldados dos alambres que van conectados a la batería y al explosivo

En este dispositivo, una de las láminas va enterrada y al presionarse la lamina superior con el pie, se produce el cierre del circuito y la consiguiente explosión.

Para su neutralización, se deben cortar con mucho cuidado los dos alambres, sin mover la batería, ya que esta clase de dispositivo es instalado en serie con una o más cargas, conectadas a una misma batería. Se debe tener cuidado al pisar al terreno ya que tienen poca visibilidad por ser pequeños y estar pintados de color verde.

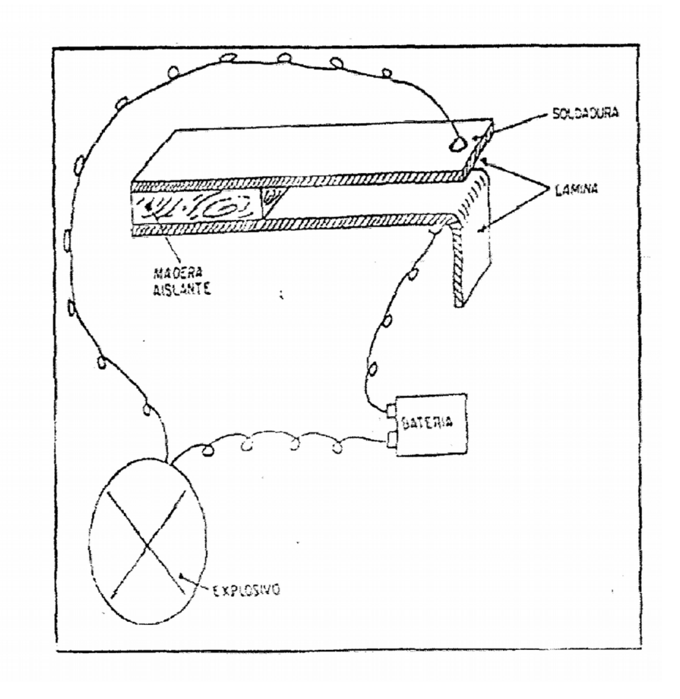


Figura 48. Espoleta de Presión con placas de metal
Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).

Espoleta de presión tipo cama india

Este dispositivo es improvisado en dos tablas, en la tabla inferior se la adapta una lamina conectada en un alambre conductor y en la tabla superior lleva varios clavos conectados entre sí a otro alambre conductor.

Se coloca la tabla con los clavos, sobre la tabla inferior, aislándose con una hoja de papel, para que no haga contacto, cuando se ejerce presión se cierra el circuito y estalla el artefacto

Para neutralizarla, primero se debe desconectar la batería antes de removerlo, Si no esta visible, remuévala a control remoto o colóquele una carga adicional.

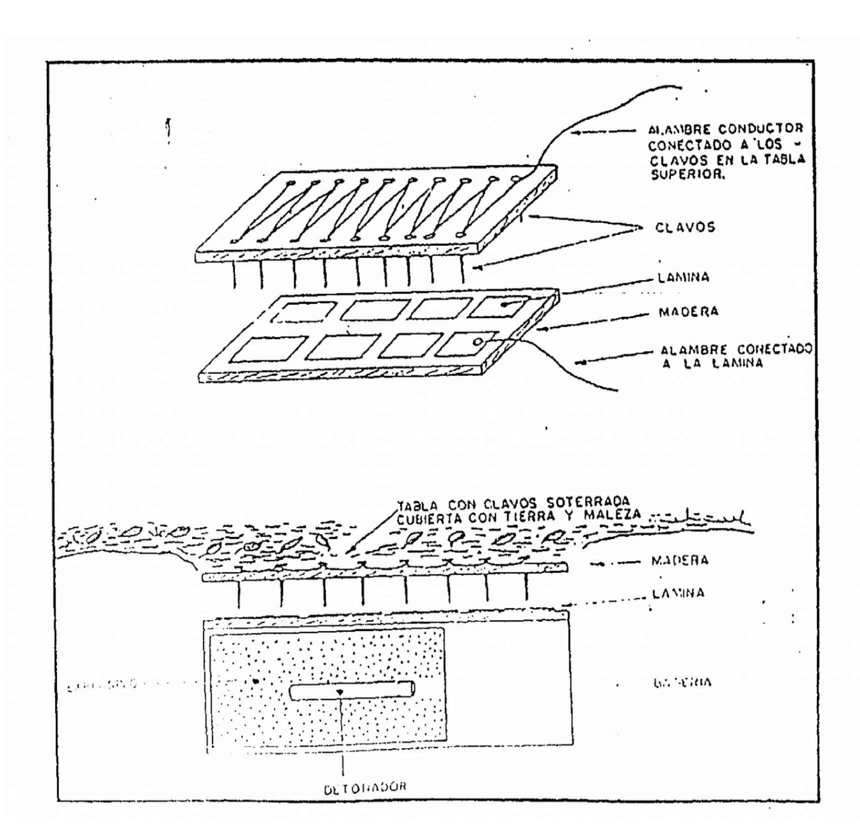


Figura 49. Espoleta de Presión para escaleras de madera

Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).

Espoleta de presión para minas

Para minas antipersonales fragmentarias.

El dispositivo va colocado en un resorte clavado entre dos tablas y se entierra a nivel de la tierra, colocándose luego en un camino vecinal o veredas.

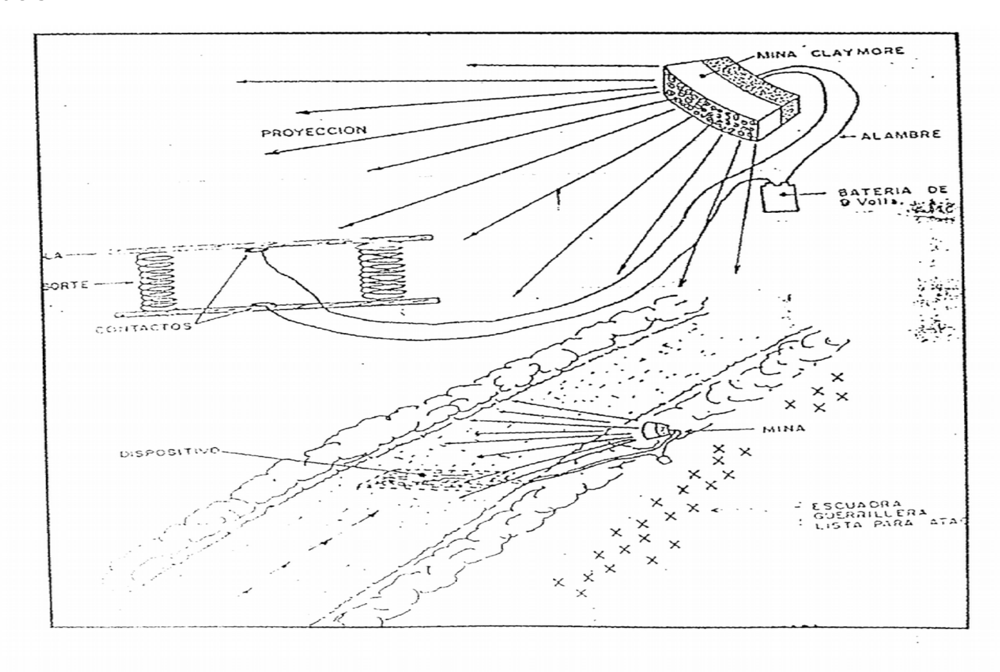


Figura 50. Espoleta de Presión para minas anti personales

Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).

Espoleta Improvisada de alivio de presión con ratonera:

Este tipo de espoleta usa como base principal una ratonera de madera de mediano tamaño, un objeto cualquiera de peso suficiente para mantener armado el mecanismo de la ratonera, una placa metálica del tamaño de la ratonera tornillos y cables de contacto eléctrico.

Funcionamiento:

El principio de funcionamiento de esta espoleta improvisada es el mismo que el de la ratonera a diferencia que en la base de la misma se coloca atornillada la placa metálica y un contacto eléctrico, el otro contacto eléctrico va conectado a la parte metálica de la trampa ratonera donde se

coloca el peso que va a servir de soporte a la misma Al levantarse el objeto señuelo la parte metálica de la trampa se abate hacia adelante producto de la recuperación de su resorte cerrando el circuito al hacer contacto con la placa metálica donde se encuentra conectado el otro extremo del circuito el cual al cerrarse hace estallar el detonador eléctrico y la carga explosiva.

Desarme:

Una vez identificado el artificio, se procede con sumo cuidado a la ubicación de la fuente eléctrica (batería) y proceder a desconectarla con el fin de interrumpir el circuito eléctrico. Posteriormente proceda a retirar el objeto señuelo desarme la trampa y destrúyala.

Espoleta improvisada de alivio de presión con ratonera:

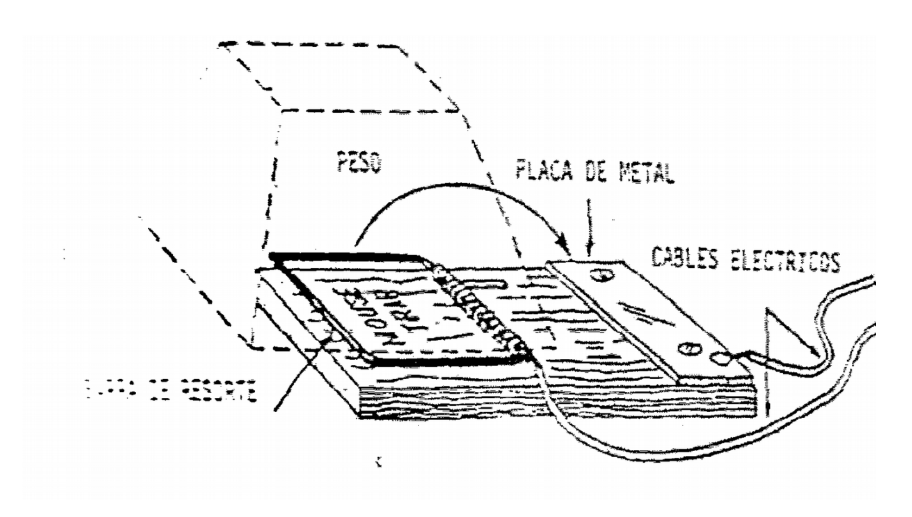


Figura 51. Espoleta Improvisada de alivio de Presión con Ratonera
Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).

Espoleta improvisada de tracción con ratonera:

La espoleta de tracción con ratonera es un dispositivo de tracción fabricado utilizada comúnmente en las casas familiares aprovechándose la compresión del resorte y su sensibilidad. Sus componentes principales son una ratonera de madera hilo o alambre de tropiezo, una placa de metal, tornillos cables, una batería y un detonador eléctrico.

Funcionamiento:

El principio de funcionamiento de esta espoleta improvisada es el mismo que el de la ratonera a diferencia que en la base de la misma se coloca atornillada la placa metálica y un contacto eléctrico, el otro contacto eléctrico va conectado a la parte metálica de la trampa ratonera, al ser tractado el alambre de tropiezo es liberado el mecanismo que mantiene armada la ratonera y la parte metálica de la trampa se mueve hacia adelante producto de la recuperación de su resorte cerrando el circuito al hacer contacto con la placa metálica donde se encuentra conectado el otro extremo del circuito el cual al cerrarse hace estallar el detonador eléctrico y la carga explosiva.

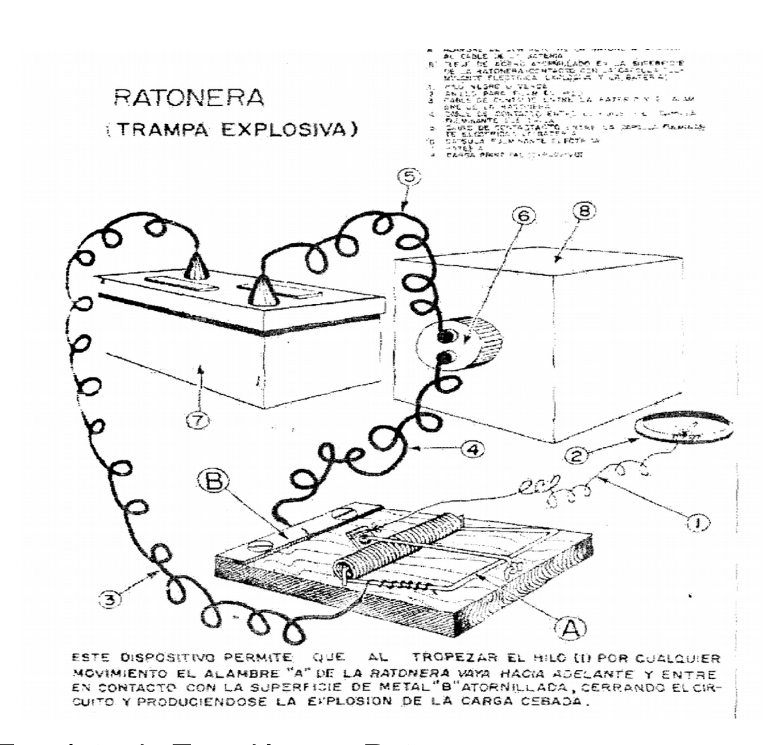


Figura 52. Espoleta de Tracción con Ratonera
Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).

Espoleta improvisada de movimiento:

La espoleta improvisada de bolín es un dispositivo de inercia que funciona al darse cierta inclinación. Es sumamente efectiva sobre todo cuando se coloca en la perilla de la puerta. Esta compuesta por un balín, un seguro pasador, tubo de ensayo o cualquier envase cilíndrico que permita el libre movimiento del balín, clavos de contacto y corcho.

Funcionamiento:

Colocado la espoleta en la perilla debe quedar en posición de que el fondo quede hacia abajo; luego hechas las conexiones a la carga explosiva y retirado el seguro pasador, se producirá la detonación cuando gire la manilla de la puerta gira también el envase donde se encuentra armada la espoleta de balín se desplazará hacia la zona donde se encuentran los clavos y al hacer contacto con los mismo cierra el circuito.

Desarme:

Con gran cuidado desconecte los alambres de la batería, saque el detonador eléctrico del explosivo principal con cuidado.

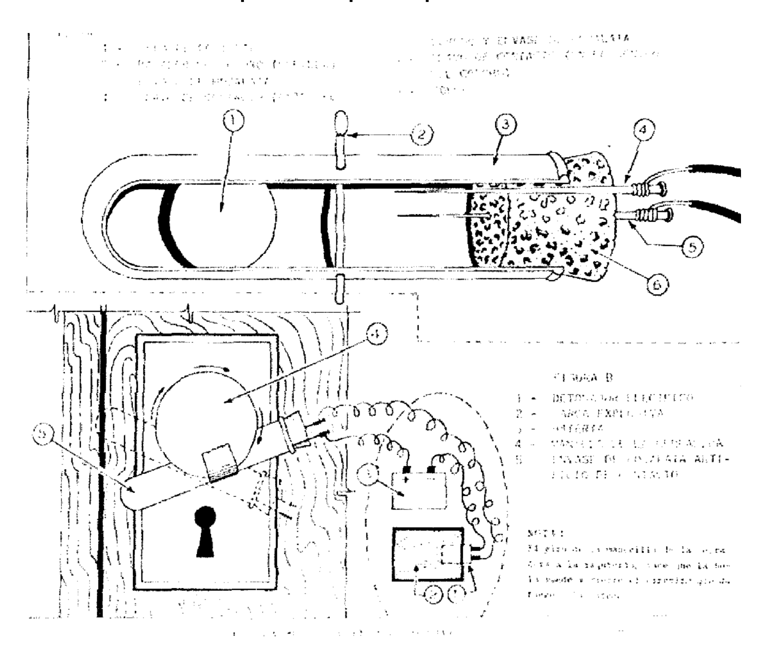


Figura 53. Espoleta Improvisada de movimiento

Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).

Espoleta de presión utilizada por el Viet-Cong (dispara munición de armas cortas)

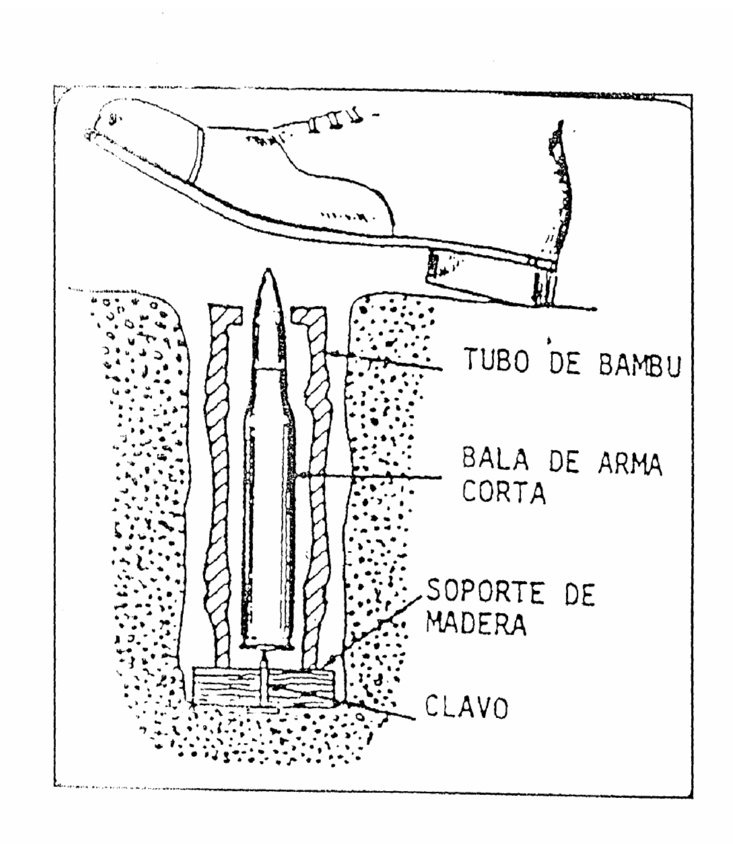


Figura 54. Espoleta de presión con munición

Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).

Espoleta con control de radio

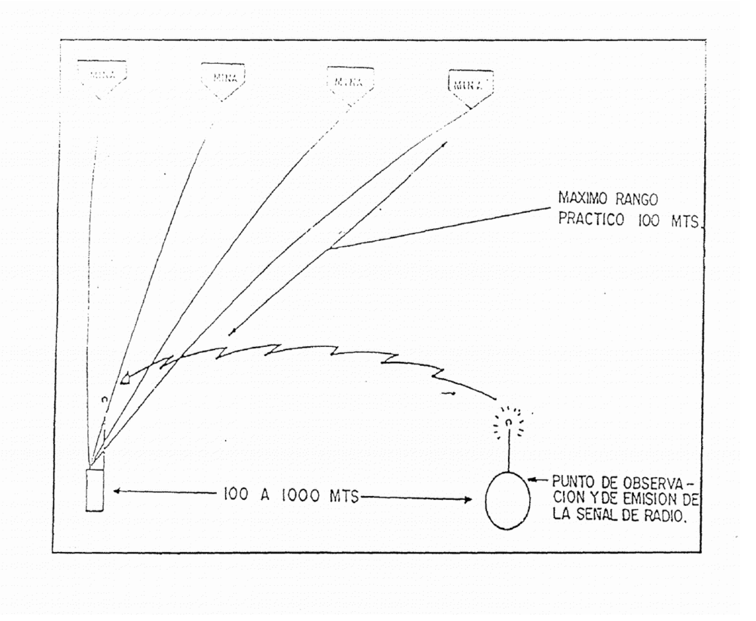


Figura 55. Espoleta de Control de Radio

Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).

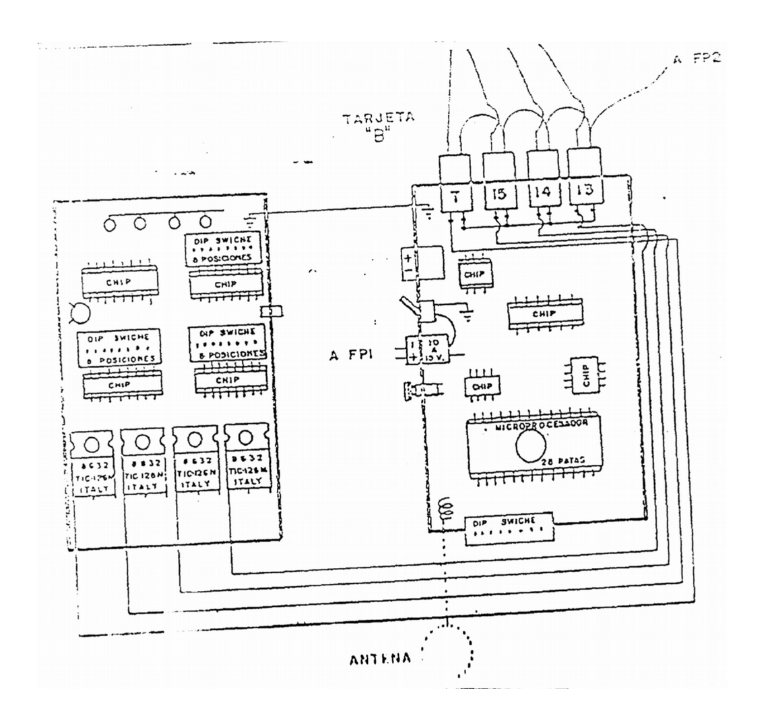


Figura 55.a. Espoleta de Control de Radio

Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).

Figura 55

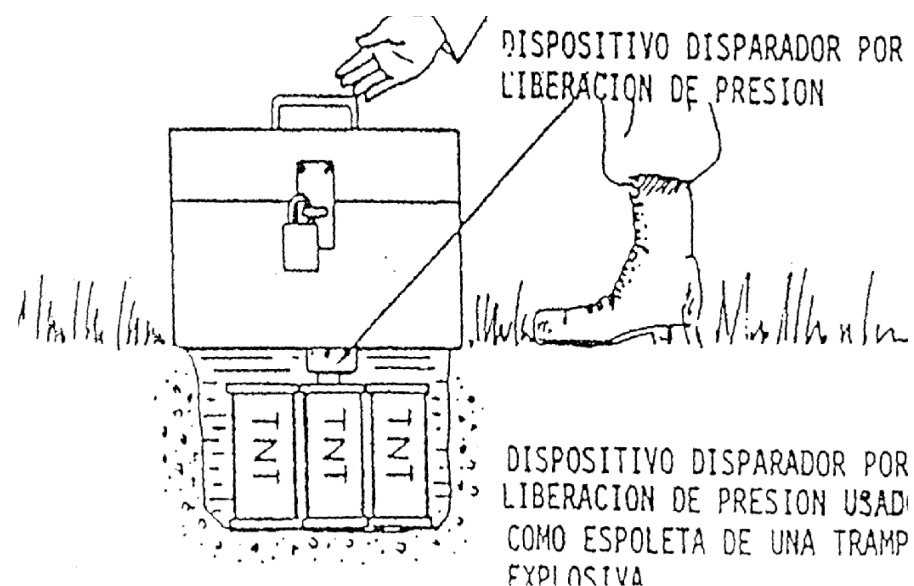


Figura 56. Espoleta de alivio de presión, trampa caza bobos

Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).

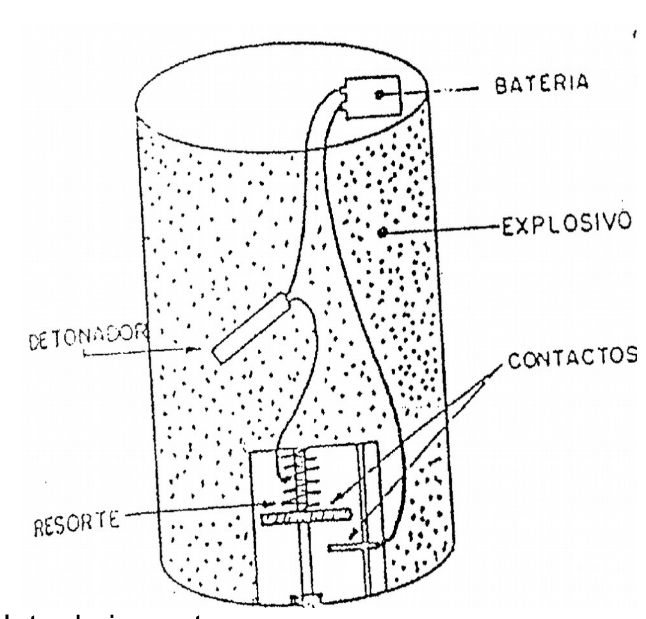


Figura 57. Espoleta de impacto

Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).

La espoleta de impacto se emplea en el conjunto detonador - multiplicador de una granada de artillería de cañón

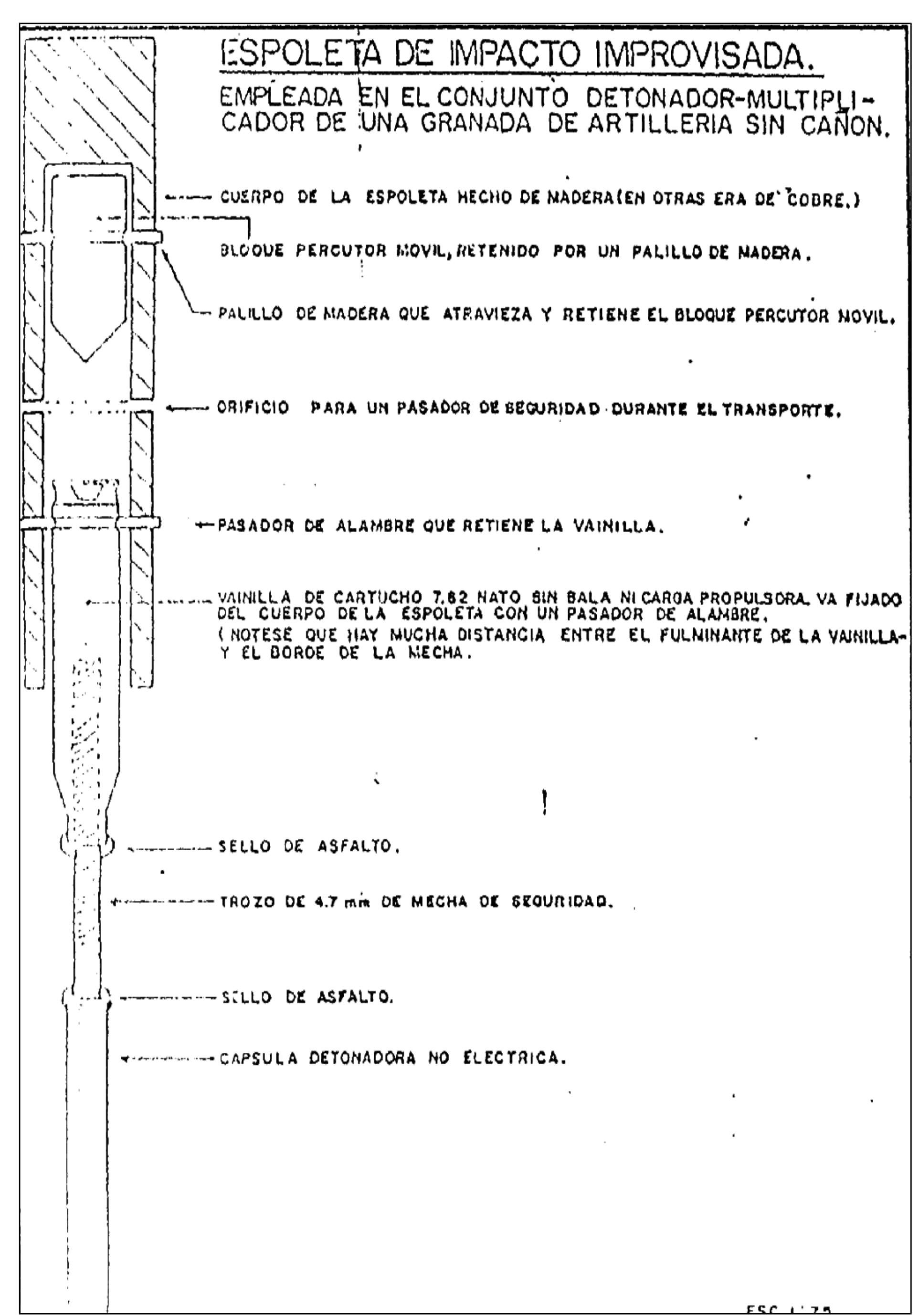


Figura 54. Espoleta de Impacto en el conjunto detonador - multiplicador

Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).

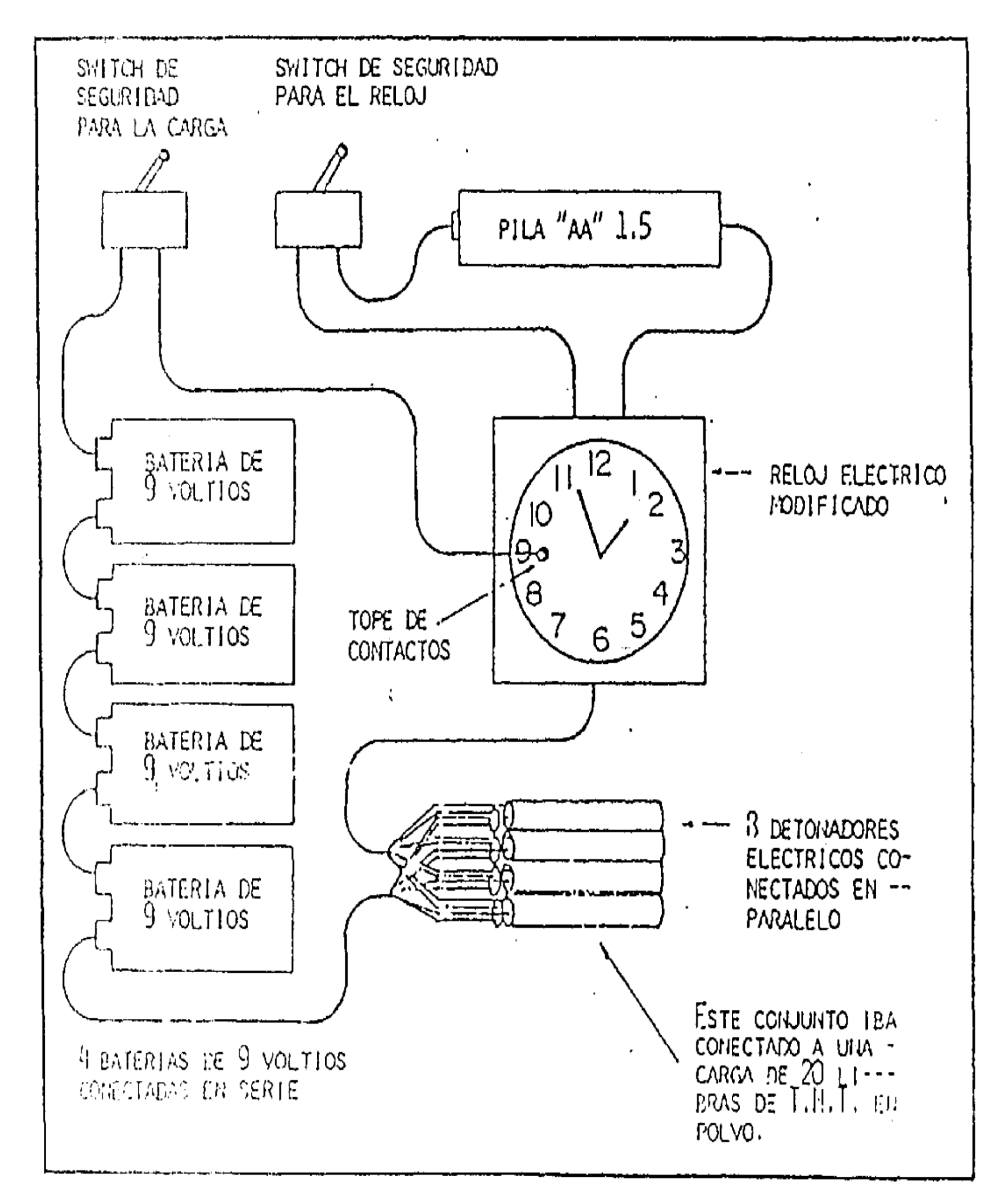


Figura 59. Espoleta eléctrica con sistema de relojería

Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).

NIPLE ELÉCTRICO:

Consiste básicamente en una bomba de tubo (PIPE BOMB), iniciado mediante una espoleta eléctrica puede ser detonado con disparador controlado o como trampa caza bobo.

Características:

Longitud: 140 mm

Diámetro 85 mm

Espoleta Ecléctica instantánea

Carga Explosiva: SA-4 (CLORATITA)

Material del Cuerpo: Envase de latón

Uso: Antipersonal

Carga hueca:

Consiste en una preformada de efecto "MONROE". Esta confeccionada en un recipiente metálico, en que originalmente viene envasado aceite combustible, se utiliza generalmente oleoductos.

Características:

Longitud: Variable

Carga Explosiva: 400 grs. de HE.

Espoleta: De retardo

Material del Cuerpo Envase de latón

CAPITULO IX

9.- MEDIDAS GENERALES DE SEGURIDAD EN EL MANEJO DE EXPLOSIVOS

Al momento de manipular cualquier tipo de explosivo deben observarse estrictamente las reglas y medidas de seguridad relacionadas con el uso y manejo de los mismos, así como la de las cápsulas detonantes y equipos de demolición. A pesar de esto es recomendable que por necesidad, durante el combate, sean alteradas algunas reglas de seguridad paro lograr el cumplimiento de la misión asignada.

En todas las demás ocasiones, la observancia y puesta en práctica de las reglas y medidas de seguridad deben convertirse en un hábito hasta donde lo permita el factor tiempo, terreno, materiales disponibles y los requisitos de la misión como tal.

En ningún momento se deben repartir las responsabilidades relacionadas con la preparación, colocación y disparo de las cargas. Un solo individuo debe ser responsable de la supervisión de todas las fases de una misión de demolición.

En tal sentido se deben tomar en cuenta los siguientes aspectos fundamentales para la segura manipulación, manejo y empleo de los explosivos, cápsulas detonantes y equipos de demolición:

- ✓ Medidas de seguridad fundamentales en el manejo del material explosivo
- ✓ Distancias seguras desde las demoliciones
- ✓ Cuidado y reparación de envases.

- ✓ Informe de funcionamiento defectuoso.
- ✓ Reglas para el traslado

Medidas de seguridad fundamentales en el manejo del material explosivo

Siempre que se usen explosivos, se observaran estrictamente las siguientes reglas de seguridad en el manejo del mismo y también de otros materiales de esta índole. En todos los demás casos se observara al máximo, tanto como las circunstancias, los materiales disponibles y las necesidades de la misión lo permita

Basándonos en el principio de seguridad, seguridad y más seguridad para el manejo de material explosivo tenemos entonces los siguientes aspectos a considerar para garantizar la seguridad y evitar incidentes o accidentes al momento de manipular los mismos.

- ♦ Se debe evitar en todo momento el ingerir, inhalar o absorberlos por los poros debido a que estos presentan varios grados de toxicidad.
- ♦ Nunca deben manejarse los explosivos descuidadamente.
- ♦ Los explosivos deben manipularse en lugares ventilados para evitar la mezcla de polvo y aire ya que esto puede producir la detonación de los mismos.
- ♦ No deben almacenarse explosivos en lugares húmedos
- ♦ Se debe evitar la descarga de chispas producidas por cargas estáticas de electricidad mediante la instalación de dispositivos para la conexión a tierra.
- ♦ No se deben almacenar detonadores, iniciadores y explosivos en el mismo local

- Se debe evitar la inhalación de los vapores de nitroglicerina o de los glicoles nitrados ya que estos ocasionan dolores de cabeza cebero.
- No deben manejarse o almacenarse los explosivos en edificios habitados o en sus proximidades
- No deben almacenarse los explosivos sin algún elemento que desempeñe funciones de custodia guardia; si es posible se guardaran bajo llave y no se le entregaran las mismas a personas no autorizadas o calificadas para el manejo del material explosivo.
- Se debe evitar la inhalación de vapores o polvos que contengan compuestos nítricos, tales como el TNT o el Ácido Pícrico ya que estos causan efectos mortíferos.
- No se deben abrir los explosivos a una distancia menos de 50 mts alejados de los almacenes o polvorines.
- No se debe fumar ni usar llama mientras se manipulen los explosivos.
- No se debe transportar detonadores o iniciadores y explosivos en el mismo vehículo.
- Se debe evitar el contacto de los explosivos con la piel ya que estos pueden producir desde una simple decoloración de la piel hasta una dermatitis e incluso envenenamiento.
- No se debe dejar los detonadores o iniciadores expuestos al sol por tiempo prolongado.
- Luego de la manipulación de pequeñas cantidades de explosivos se debe proceder a lavarse las manos con mucho cuidado, preferiblemente con una pequeña disolución diluida de sulfito sódico y luego con abundante agua.
- Los detonadores no se deben transportar en los bolsillos.

- Si la persona esta en contacto con explosivo durante un tiempo prolongado, el mismo debe bañarse al terminar con el trabajo y cambiarse de ropa.
- No se deben emplear elementos de metal para trabajar con los explosivos.
- Se debe evitar en todo momento golpear los detonadores y los explosivos.
- Los explosivos deben manipular en todo momento tomando en cuanta su sensibilidad relativa.
- Mientras mas sensible sea el explosivo, menor deberá ser la cantidad que se manipule del mismo y mayores las precauciones para evitar accidentes.
- No se debe tirar de los alambres de las cápsulas detonantes eléctricas.
- Al momento de manipular capsulas detonantes eléctricas se deben observar medidas de seguridad con respeto a la energía estática (El personal debe aterrarse)
- Se recomienda no emplear detonadores eléctricos si existe mal tiempo o tormentas eléctricas en la zona.
- Se debe emplear el alicate amordazador para la fijación de los detonadores no eléctricos.
- Se recomienda utilizar detonadores eléctricos en aquellas cargas donde exista humedad.
- Al momento de utilizar cargas en sitios donde la misma va apisonada, se debe evitar presionarlas demasiado.
- No se debe apisonar las cargas con barras o herramientas de acero.
- No se debe conectar el explosor hasta estar preparado para realizar la voladura.

- No se debe realizar una detonación hasta que todo el personal este fuera de peligro.
- Antes de realizar cualquier voladura se debe inspeccionar la zona para verificar que no existan personas, animales o materiales que puedan ser afectados por la detonación.
- No se debe delegar la responsabilidad cuando se realiza una demolición
- Si se produce un fallo en la explosión de una carga cebada con detonadores no eléctricos, espere unos treinta minutos más antes de realizar una investigación de las causas que produjeron las fallas.

Distancias Seguras desde las Demoliciones

Para determinar las distancias seguras desde el lugar donde se realiza el trabajo de demolición para el personal que se encuentra en un terreno descubierto influyen los siguientes factores:

1. **Efecto Explosivo:** Es el efecto causado por la reacción del explosivo que al detonar aumenta la presión del aire y representa un peligro solo donde se utilizan características protectoras especiales en los sitios de detonación o demolición. Estas características protectoras nos permiten eliminar o limitar los proyectiles causados por efecto de la explosión y detonar las cargas cerca del personal. En tal sentido se establece una tabla de distancias de seguridad.
2. **Peligro de los Proyectiles:** Los explosivos pueden propulsar proyectiles mortíferos a grandes distancias. La distancia que recorrerá por el aire un proyectil propulsado por una explosión, dependerá principalmente de las relaciones entre el peso, forma, densidad, ángulo inicial de proyección y la velocidad inicial. El peligro los proyectiles generados por las cargas cortante de acero se extiende a una mayor

distancia en condiciones normales que el que representa las cargas de embudo, acanaladoras o superficiales de los explosivos descubiertos.

3. **Distancias de Seguridad:** Las siguientes pautas establecen las distancias en las cuales el personal que se encuentra al descubierto estará relativamente seguro contra los proyectiles creados por las cargas colocadas sobre o dentro de la tierra sin importar el tipo de condiciones del suelo.

- ✓ Para cargas de menos de 27 libras de explosivo, la distancia mínima segura es de 300 mts.
- ✓ Para cargas de 27 a 425 libras de explosivo la distancia de seguridad se determina empleando la formula siguiente:

$$\text{Distancia Segura en mts} = 100 \text{ X } \sqrt{\text{peso del explosivo en lbs}}$$

- ✓ Para cargas de más de 425 libras la distancia mínima segura es de 750 mts

En el caso de cargas colocadas para demoler materiales sólidos, deberán proporcionarse refugios a prueba de proyectiles a una distancia mínima de 100 mts del sitio de la demolición. Estos refugios deben tener suficiente resistencia para soportar el material más pesado que pueda ser lanzado contra los mismos.

Cuidado y Reparación de Envases

El descuido, la manipulación desordenada y la desatención de las reglas y medidas de seguridad establecidas son causas de explosiones prematuras, fallas de tiro y, en muchos casos, graves accidentes.

Los explosivos y artefactos auxiliares, mientras no se utilicen, deben permanecer en recipientes resistentes a la humedad y cajas debidamente

empacadas para soportar las condiciones de transporte o manipulación y almacenamiento.

Estos nunca deben manipularse descuidadamente, no se deben romper, rajarse o abollarse ya que existen algunos explosivos que al deformar su contenedor pierden parte de su efectividad.

Las cajas o contenedores dañados deben ser reparados de inmediato

Todas las partes de las marcas desfiguradas o mutiladas deben ser trasferidas a las nuevas partes de las cajas.

Los recipientes herméticos, tales como los que contienen minas químicas, en caso de presentar cualquier deformación en su contenedor, deben ser destruidos.

Informe de Funcionamiento Defectuoso

Los explosivos siempre se identifican por el número de lotes. En tal sentido, al momento de observar frecuentes fallas en explosivos de un mismo lote, este debe anotarse y notificar de inmediato para su desincorporación.

Trasporte de Material Explosivo

Al momento de realizar cualquier traslado de material explosivo se deben observar las siguientes medidas de seguridad con el fin de garantizar que el mismo se efectué con el menor peligro posible:

- Los vehículos empleados para el trasporte de explosivos no deben cargarse hasta lo establecido según su capacidad nominal de carga y los explosivos deben asegurarse para evitar que las cargas se

muevan durante el desplazamiento o sea desalojada por el vehículo en marcha.

- Todos los vehículos que trasportan explosivos deben tener rótulos o letreros refractarios de ambos lados y extremos que tengan la palabra EXPLOSIVOS en letras blancas de no menos de 20 cm de alto y con fondo rojo.
- No se deben trasportar en un mismo vehículo los detonadores o iniciadores y los explosivos.
- El conductor del vehículo debe ser experimentado en trasporte de carga y debe tener conocimientos de las consecuencias que acarrearían el no cumplimiento de las medidas de seguridad.
- No se deben trasportar en un mismo vehículo explosivos que no sean compatibles.
- El vehículo donde se traslada el material explosivo debe tener el tubo de escape a una separación mínima de 50cm de la plataforma.
- Al momento de trasladar explosivos no se debe fumar.
- Los vehículos que trasportan explosivos deben estar equipados con no menos de dos extintores de incendio colocados en puntos estratégicos.
- Se debe verificar antes del traslado el buen estado de operatividad del vehículo.
- Los vehículos que trasportan explosivos no se deben estacionar en edificios o talleres públicos de reparación ni estacionarse en zonas congestionadas.
- Se debe revisar el sistema eléctrico de los vehículos antes de emplearlos como trasporte de explosivos.
- La velocidad de marcha máxima permitida de los vehículos que trasportan explosivos será de 80 Km/hrs para el desplazamiento en

autopistas y carreteras en buen estado y un máximo de 60 Km/hrs an zonas pobladas.

- No se podrán reabastecer con combustible los vehículos mientras trasportan explosivos a menos que sea un caso de emergencia.
- Al momento de trasportar material explosivo se deben prever por lo mínimo dos (02) vehículos para seguridad y el vehículo o los vehículos de trasporte de material explosivo.

CAPITULO X

10.- TECNICAS DE BLOQUEO DE RUTAS

GENERALIDADES

Una de las técnicas muy utilizadas en las operaciones de guerra de resistencia, es la del bloqueo de rutas utilizadas por el enemigo, bien sea para impedir su paso, retrasar sus abastecimientos, o crear una zona de matanza para una emboscada. En este capitulo aprenderemos como realizar un bloqueo de rutas utilizando material explosivo que se encuentre en nuestro alcance.

MATERIALES REQUERIDOS

- Un tambor de hierro o metal (usado normalmente para almacenar aceite)
- Fertilizante a base de Nitrato de amonio (de venta en supermercados)
- Gasoil
- Mecha lenta
- Un (01) detonador no eléctrico (si esta al alcance preferiblemente)
- Una (01) libra de composición C-4 (si esta al alcance preferiblemente)
- Picos
- Palas
- Martillos hidroneumáticos o eléctricos si están a su disposición.

PASO N° 1

El primer paso consiste en seleccionar un área adecuada que reúna las condiciones necesarias para poder causar un derrumbe y clausurar la vía utilizando la menor cantidad de material posible. Para esto se debe de tomar en cuenta el ancho de la vía y la presencia de taludes cercanos a la misma. Tomando como preferencia los tramos angostos con taludes altos y con presencia de grietas (ver figura 60).

PASO N° 2

Se procede a examinar el talud con la finalidad de buscar la parte alta del terreno que presente mas grietas y que sea mas blanda para poder excavar. Una vez seleccionado el lugar se perfora el talud con un orificio de tres (03) metros aproximadamente en forma horizontal, del tamaño donde pueda ser introducido el barril de metal.



Figura 54. Selección de área

Fuente: Datos propios (2010).

PASO N° 3

Se toma el barril de metal y se vierte dentro del mismo la mezcla de fertilizante y gasoil en las proporciones especificadas en el capitulo x. Posteriormente se el introduce en el centro la libra de C-4 cebada con el detonador y la mecha lenta (esta debe ser lo suficientemente larga para dar seguridad al usuario)

También se puede utilizar cable o detonadores eléctricos o a control remoto si están disponibles, dependiendo de el efecto que queramos lograr con el desmembramiento del talud.

PASO N° 4

Se coloca el barril en el fondo del orificio perforado en el talud de la carretera y se procede a tapar el mismo con el mismo material que fue

sacado del agujero, con la finalidad de causar el confinamiento necesario, tomando en cuenta dejar por fuera el extremo de mecha lenta para su encendido. (ver figura n° 61)



Figura 61. Colocación del barril en el talud

Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).

PASO N° 5

Luego de haber enterrado el barril correctamente en el talud, se procede al encendido de la mecha lenta y se debe retirar hacia un lugar seguro, de manera de no estar expuesto a cualquier esquirla o piedra producto de la fragmentación del material.

PASO N° 6

Una vez escuchada la detonación se debe esperar por lo menos el lapso de un (01) minuto y prestar atención al sonido que producen las esquirlas al viajar por el aire. Luego de esto, se procede a inspeccionar el resultado obtenido en la carretera, tomando en consideración la cantidad de material desplazada a la vía; si el resultado no es el deseado se procederá a repetir este procedimiento hasta lograr obtener la cantidad de material deseada.

OBSERVACIÓN

En caso de no tener disponible detonadores y cargas de composición C-4, se pueden realizar detonadores improvisados utilizando bolígrafos de

plástico con cabezas de fósforos en su interior dentro de artefactos de polvora como (tumba ranchos, matasuegras, martillitos, entre otros) Y las cargas iniciadoras pueden ser elaboradas co las sustancias expuestas en el capitulo VIII.

11.- CAPITULO XI

TECNICAS DE VOLADURAS DE PISTA Y CAMPOS DE AVIACIÓN

Diseño del sistema de voladura:

Es indispensable conocer a fondo las características y funcionamiento de los explosivos, para así poder determinar la ubicación de estos en la estructura y la cantidad necesaria para conseguir que la edificación posea la caída preferencial antes determinada.

Explosivos y accesorios:

El explosivo que ha de ser utilizado para éstos trabajos debe reunir las siguientes características:

Velocidad de detonación moderada, si es alta, provocaría una fragmentación exagerada y por lo tanto proyecciones incontrolables, y si es baja, la onda de choque se disiparía y no lograría el efecto deseado.

Al eliminar una columna o pantalla, hay que evaluar la disposición del sistema de losas, con el fin de direccionar el flujo vertical de las cargas por gravedad y obtener así fuerzas resultantes sobre las columnas cercanas, examinando las reacciones máximas sobre las columnas por el movimiento que genera la eliminación de soportes.

Es necesario adecuar la estructura para dar cumplimiento al análisis estructural, motivado a elementos que pueden interferir al momento del colapso, los cuales tienen que ser eliminados por medios mecánicos antes de efectuar la demolición, puede ser bajantes de tuberías, tabaquería de bloques macizos que funcionarían como paredes de cargas, ductos de ascensores, escaleras, entre otros.

Aspectos estructurales de las edificaciones a demoler:

a.- Estudio de la estructura: cada estructura representa un caso especial debido a las diferentes formas en que ella está concebida, es decir, a la diferencias de alturas, distinta geometrización, variedad de los elementos estructurales y elementos de mampostería en general, así como a la condición de estabilidad que pueda presentar para el momento de la demolición.

b.- La altura: es determinante para la escogencia de la cantidad de explosivos a utilizar, ya que como se mencionó con anterioridad el objeto de este método es destruir el número de soportes suficientes para que la construcción se derrumbe por su propio peso ejerciendo este el mayor trabajo.

c- Geometría: según la conformación de la estructura se podrá elegir la cantidad y ubicación de los explosivos a utilizar en la demolición de la construcción, claro está que para ello se debe conocer las características de cada uno de los elementos en el cual se colocaran en los explosivos con el fin de determinar el tipo y cantidad necesaria para su demolición, entre ellos podemos mencionar: las columnas, vigas, muros, pantallas, entre otros.

d.- Estabilidad de la estructura: Sí la estructura presenta problemas de estabilidad, hecho por el cual sea necesario demolerla, puede que el centro de gravedad de la misma se halla desplazado, por consiguiente si tenemos una disposición predeterminada para su demolición puede variar al momento de colapsar la misma, es por ello que se debe tener en consideración la estabilidad de la construcción al momento de ejecutar la demolición.

A continuación se presentan tabuladas las cargas necesarias a utilizar dependiendo de la característica del concreto a demoler.

Tabla 1. Cargas para demoler concreto

Tipo	Carga Especifica (*) (Kg/m^3)	Espacio Hueco (*) (m^3)
Concreto no-reforzado de mala calidad	0.25 - 0.30	0.80 - 0.90
Concreto no-reforzado de buena calidad y de material tuerte	0.30 - 0.40	0.75 - 0.90
Concreto reforzado con refuerzo de pedazos	0.80 - 1.00	0.55 - 0.60
Concreto reforzado con poder adicional tipo militar	1.50 - 2.00	0.40-0.50 0.50 - 0.55

Detonadores con mecha de seguridad:

Este tipo de detonador está diseñado para convertir el quemado de una mecha en detonación. Están constituidos por tres cargas, una carga ubicada en la parte superior donde se encuentra la mecha, otra de cebo ubicada en el centro y la última ubicada en la parte inferior del detonador.

Al encender la mecha de seguridad, frecuentemente con fósforo o encendido especial, este se va quemando lentamente usualmente a razón de 0,5 m/seg. hasta que la llama llega a la parte superior del detonador, donde actúa la carga de ignición. La llama generada por la carga de ignición hace que actúe la carga intermedia o de cebo y esta a su vez genera la implosión de la carga base, la cual es suficientemente potente para producir la iniciación o encendido del explosivo utilizado para la voladura.

Detonadores de cordón detonante:

Consiste en un núcleo generalmente de plástico y fibras aislantes, en donde se aloja la carga explosiva usualmente de tetranitrato de pentenitritol (PETN), los cuales alcanzan una velocidad de detonación de 6.500 m/seg.

Estos tipos de detonantes tienen la particularidad de ser muy seguros tanto en la manipulación como en su uso.

Lineamientos para el empleo de explosivos en la inhabilitación de pistas de aterrizaje

Apisonamiento

La detonación de un explosivo produce presión en todas las direcciones. Si la carga no se sella o encierra completamente o si el material que circunda el explosivo no tiene igual resistencia por todos sus lados, la fuerza del explosivo romperá el punto más débil y se perderá parte de su efecto destructivo.

Para conservar tanto de esta fuerza explosiva como sea posible el material se empaca alrededor de la carga. Este material recibe el nombre de material de apisonamiento y el proceso tiene igual nombre.

Por otro lado una carga interna (colocada en el blanco que se va a destruir) es encerrada con el material de empaque en el barreno o encima de la carga, como se hace para la destrucción de rocas en las canteras y para la formación de cráteres. Esto se conoce como atacadura o colocación de tacos.

Campos de Aviación

Los campos de aviación pueden ser inutilizados abriéndole cráteres a las pistas de aterrizaje, colocando objetos en las superficies para impedir que los aviones las usen, y destruyendo las existencias de Petróleo, Combustible y Lubricantes (POL) y de municiones, y las instalaciones de reparación y comunicaciones. Se pueden abrir zanjas con máquinas desarraigándolas, arados y tractores con empuja-doras, en las pistas de aterrizaje que no sean de hormigón.

Planes para Demolición.

Factores Críticos

Las cargas para abrir cráteres y zanjas, al igual que otras cargas de demolición, para que sean eficaces dependen de la selección, tamaño, colocación y encerramiento, correctos, del explosivo. La colocación y separación son críticas, y las cargas se colocan de acuerdo a la fórmula. El

encerramiento mediante taco o atacadura es necesario para lograr el efecto adecuado.

Explosivo.

Para abrir cráteres y zanjas se requiere un explosivo con un efecto diferente del que se requiere para cortar y romper un efecto de levantamiento producido por explosivos menos potentes que el TNT, el tetritol y la Composición C4.

Se usa una carga especial para abrir cráteres, de nitrato amónico, la cual se distribuye en un envase impermeable de metal. Cuando no se dispone de la carga de nitrato amónico, se pueden sustituir otros explosivos.

Tamaño y Colocación de la Carga.

1. Factores básicos.

En la apertura organizada de cráteres los agujeros se taladran a profundidades específicas y se espacian de acuerdo a cómputo me-diente fórmula. En la apertura improvisada de cráteres, los agujeros son menos profundos, contienen menos cantidad de explosivo y no se espacian necesariamente mediante fórmula. Los cráteres organizados cuando se forman tienen generalmente 8 pies de profundidad y los cráteres improvisados, un mínimo de 7 pies de profundidad. Al abrir zanjas, se hacen voladuras de prueba, y el diámetro y profundidad se aumentan según se requiera.

2. Ruptura de pavimentos de superficie dura para cargas de abrir cráteres.

El pavimento de superficie dura de caminos y campos de aviación se rompe de modo que se puedan excavar agujeros. para las cargas de abrir cráteres. Esto se hace eficazmente haciendo estallar cargas atacadas en la superficie del pavimento. Se usa una carga de 1 libra de explosivo por cada 2

pulgadas de espesor del pavimento. Esta es atacada con material dos veces más grueso que el pavimento.

El pavimento también puede ser roto mediante cargas colocadas en taladros que han sido perforados mediante broca o explosión a través de éste. Una carga direccional fácilmente perfora mediante detonación un barreno de diámetro pequeño a través del pavimento y dentro de la rasante.

El hormigón no debe romperse en una unión de expansión, ya que el hormigón se romperá irregularmente. Se puede usar cordón detonante para ensanchar agujeros pequeños para cargas. Una carga direccional M2A3 que se detone 30 pulgadas sobre cualquier clase de suelo producirá un barreno lo suficientemente profundo para aceptar una carga para abrir cráteres.

Carga de Nitrato de Amonio o Anfo para abrir cráteres

El nitrato amónico es el menos sensible de todos los altos explosivos militares. Tiene aproximadamente la mitad de la potencia del TNT. Debido a su baja velocidad de detonación, su potencia rompedora es relativamente baja, Esta debe usarse únicamente en su envase original de metal como protección contra la humedad, la cual destruye rápidamente su eficacia.

Precauciones Especiales.

A fin de lograr la máxima eficacia de las cargas direccionales:

(1) Coloque la carga en el centro sobre el punto objetivo.

(2) Coloque el eje de la carga en línea con la dirección del agujero.

(3) Use el pedestal proporcionado para obtener la distancia apropiada en pies.

(4) Asegúrese que no haya obstrucción en el forro hueco o entre la carga y el objetivo.

(5) Asegúrese que los soldados que usan cargas direccionales al descubierto estén por lo menos a 900 pies de distancia en desenfilada bajo cubierta, o

por lo menos a 300 pies de distancia si están en un refugio a prueba de proyectiles, antes de disparar.

Análisis del empleo de los explosivos en la inhabilitación de pistas de aterrizaje

Luego de un estudio minucioso de los efectos de los explosivos y de la resistencia de los materiales con los que generalmente son construidas las pistas de aterrizajes, se puede determinar lo siguiente:

Los trabajos de inhabilitación de pistas clandestinas están precedidos al estudio del material con el cual está construida, determinando de esta manera el tipo de aeronave que pueden utilizarla y el tipo y cantidad de explosivo requerido para inhabilitar la pista. En función al tipo de aeronave que utiliza la pista se determinan las distancias que son requeridas para aterrizar y despegar, este dato proporciona la información que permite elaborar el plan de inhabilitación en cuanto a la distancia y localización de los cráteres a lo largo y ancho de la pista, así como de la zona de taxeo de la aeronave y de la zona de abastecimiento.

Para la inhabilitación de pistas clandestinas que sean construidas de concreto, el método más frecuentemente utilizado es la elaboración de barrenos con martillos neumáticos, de profundidades y distancias directamente proporcional al espesor de la placa de la pista, para crear cráteres de una profundidad promedio de dos (02) metros y de cuatro (04) metros de diámetro. Utilizando para ellos explosivos con efectos de levantamiento en concreto como la dinamita.

En los casos de la inhabilitación de pistas clandestinas construidas de de granzón, el método utilizado es la elaboración de barrenos con maquinaria, de profundidades y distancias que permitan cubrir la extensión de la pista, creando cráteres al igual que en las pistas de concreto de una profundidad promedio de dos (02) metros y de cuatro (04) metros de

diámetro. Utilizando para ellos explosivos con efectos de levantamiento en granzón como el nitrato amónico, el anfo, el anfoal , entre otros.

Cuanto mayor sea el peso de la aeronave, mayor será la longitud de pista que necesitara, tanto para el aterrizaje como para el despegue a razón de esto y empleando aeronaves para el transporte de estupefacientes donde su peso es elevado más que todo en la fase de aterrizaje ya que posteriormente será descargada la misma para dar continuidad al narcotráfico.

El uso de explosivos para la apertura de zanjas determina una gran solución si se le quiere dar un freno al tráfico aéreo de narcóticos ya que ofrece la posibilidad de eliminar la continuidad la de pista de aterrizaje imposibilitando el aterrizaje de aeronaves y en el caso de que fuese así, su destrucción luego de tocar tierra al colisionar con las zanjas. Ver figura 62.



Figura 62. Accidente en pista de aterrizaje clandestina no conformada
Fuente: El Autor (2010)

Métodos más comunes usados en la inhabilitación de pistas clandestinas con el empleo de material explosivo

Método de barrenos verticales con carga de demolición (Anfo)

Para la colocación de los barrenos verticales se emplean varias herramientas y equipos como taladros manuales, Wagoon Drill, entre otros. Cuando se toma en cuenta la dureza del terreno o tipo de material que conforma la pista de aterrizaje clandestina se puede a ciencia cierta usar herramientas o equipos a utilizar en la ejecución de los trabajos para destrucción de dichas pistas.

Los barrenos pueden ser ubicados en forma de Zig Zag o en línea atravesando la calzada. Ver figura 62.



Figura 62. Ubicación de barrenos verticales en zig zag en pista de aterrizaje
Fuente: El autor (2010)

La profundidad de los barrenos varía de acuerdo a la dureza del terreno y a la fuerza que se necesite para romper. Esta profundidad oscila entre los 2 y 4 metros de profundidad.

Luego de la tener el barreno abierto se procede a introducir el Booster de Pentolita amarrado con el cordón detonante que hará que esta carga multiplicadora o Booster se inicie; el otro extremo del cordón debe sobresalir de la boca del barreno para poder unirlo o ponerlo en contacto con el detonador o capsula fulminante. Ver figura 63.

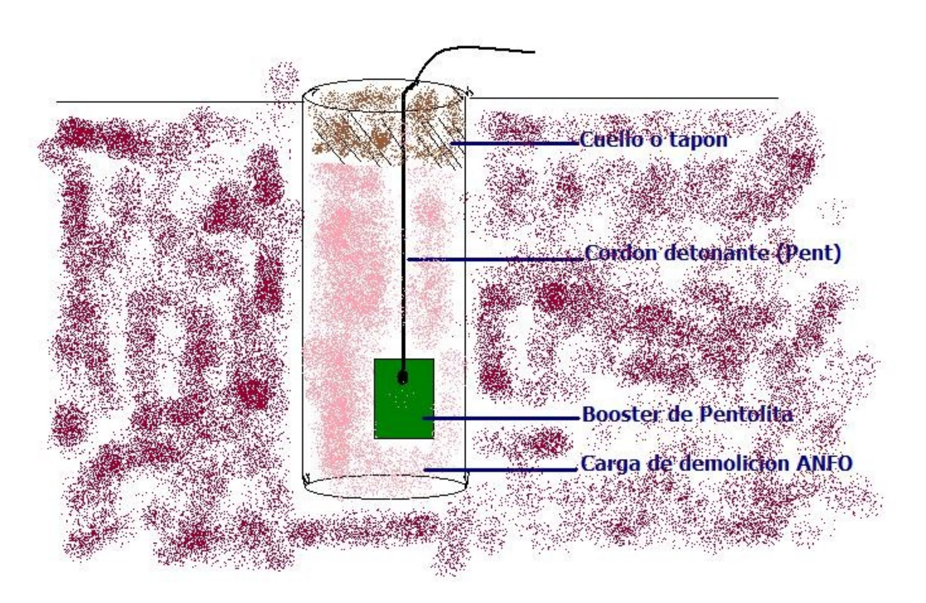


Figura 63. Barreno vertical cargado
Fuente: El autor (2010)

El Booster debe quedar separado del fondo del barreno lo suficiente para que su ubicación dentro del mismo pueda repartir su poder multiplicador en toda la carga de demolición o Anfo. Ver grafico 63.

Se vierte posteriormente el Anfo dentro del barreno llenando hasta que quede a una separación de 20 centímetros de la boca para que con el mismo material extraído de la perforación del barreno se pueda agregar y formar el cuello o tapón del barreno. Se procede a pisonear la carga para que esta quede compacta.

Al momento de la colocación del material explosivo dentro del barreno hay que tener en cuenta que el agente de voladura Anfo no tiene un buen comportamiento cuando está en presencia de mucha humedad ya que este, al contacto con el agua se neutraliza.

Como último paso se le coloca la mecha lenta al detonador en caso de utilizar detonadores pirotécnicos o hacer se hace el sistema de disparo correspondiente a dicha voladura.



Figura 64. Efectivos militares aplicando carga de demolición (Anfo) a barreno en pista clandestina
Fuente: Operación Tucupido (2006)

Método de zanjas usando cargas de torpedo Bangalore

En experiencias obtenidas en el teatro de operaciones por efectivos militares específicamente en el Batallón de Ingenieros de Combate Tnel. Juan Manuel Cajigal ubicado en Ciudad Bolívar Edo. Bolívar, se determinó que es factible el Torpedo Bangalore, como elemento de apertura de cráteres ocasionando la efectiva inhabilitación de pistas, aunque dicho artefacto

explosivo haya sido diseñado para ser utilizado en la apertura de brechas en la zona de combate específicamente en el área de alambradas.

Refriéndonos a las capacidades, posibilidades y dotación de los batallones de ingenieros de combate se puede destacar que el torpedo Bangalore es un material de dotación con el que estos disponen.

Para la apertura de una buena zanja en la calzada de la pista de aterrizaje se hace necesarios los trabajos preliminares (abrir una pequeña ranura) de no más de 30 centímetros y tan profunda como sea posible ya que este trabajo muchas veces se realiza manualmente y que es necesario para la colocación de las cargas.

Estas zanjas muchas veces se hacen en forma manual (con pala y un pico o con excavadora si se tienen los medios disponibles). Cuando se hace de forma manual se debe buscar la mayor profundidad posible a lo ancho de la pista y en varias secciones de la misma o a lo largo. Ver figura 64.

Una vez hecha la zanja y colocada las cargas explosivas se deben tapar nuevamente usando el mismo material producido o generado de la excavación de la zanja.



Figura 64. Ubicación de zanjas con sus respectivas cargas de Torpedo Bangalore en pista de aterrizaje.
Fuente: El Autor (2010)

Se puede unir las secciones de torpedo Bangalore con sus respectivos anillos ya que cada uno tiene una longitud de 1,53 metros y así poder cubrir toda la calzada de la pista. Ver figura 65.

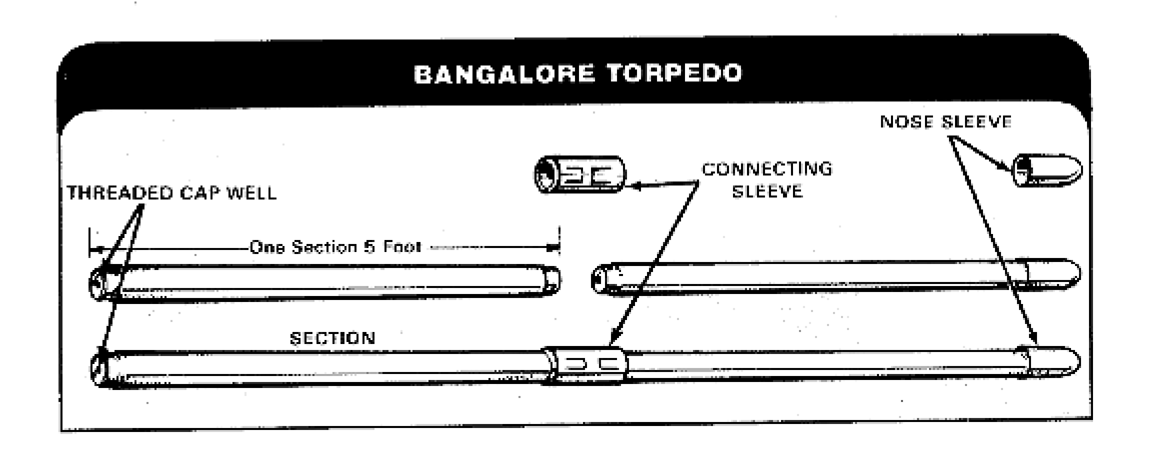


Figura 65. Torpedo Bangalore con sus respectivos anillos
Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).

La cantidad de explosivos utilizada depende de la dureza del terreno. Si la dureza del terreno lo requiere se puede instalar secciones triples de torpedos Bangalore.

CAPITULO XII

DEMOLICIONES SUBMARINAS

GENERALIDADES

EL GRUPO DE RECONOCIMIENTO Y DEMOLICIÓN SUBMARINA. (GRDS)

Es una organización operativa que comprende buques,tropas de reconocimiento embarcadas y Unidades de Reconocimiento y Demolición Submarina. Su misión consiste en recoger información que no se pueda conseguir por otros medios de las playas de desembarco o verificar la obtenida por otro conducto, y preparar y mejorar la zona objetivo para el desembarco realizando reconocimientos, levantamientos hidrográficos y demoliciones de obstáculos naturales y artificiales.

Normalmente, se integra en la fuerza avanzada. El Comandante del GRDS será designado por el Comandante de la fuerza avanzada de operaciones (FAO)

LA UNIDAD DE RECONOCIMIENTO Y DEMOLICIÓN SUBMARINA (URDS)

Las Unidades de Reconocimiento y Demolición Submarina están constituidas por personal altamente adiestrado que cuenta con los medios y material apropiados para actuar en las más diversas circunstancias. Debido a las condiciones de aislamiento en que normalmente ejecutan sus misiones y al riesgo que supone para toda la operación un errror en su actuación, la instrucción del personal ha de desarrollar al máximo el sentido de responsabilidad individual, capacidad de iniciativa, espíritu de equipo y una gran resistencia física.

El mando debe prestar particular atención al mantenimiento de este espíritu entre los componentes de estas unidades. Una Unidad de

Reconocimiento y Demolición Submarina está formada por las secciones y equipos siguientes:

a.- Sección de Reconocimiento y Demolición Submarina (SRDS)

Es la unidad de entidad apropiada para actuar sobre una playa de desembarco medianamente defendida. La constituyen dos Equipos de Reconocimiento y Demolición Submarina (ERDS) y cuenta con una Plana Mayor elemental en la que puede estar incluido personal de comunicaciones, mecánico,sanitario y auxiliar, que no es necesario que esté calificado como buceador de combate, pero sí deseable. Para determinadas misiones puede ser reforzada por un ERDS más.

b.- Equipo de Reconocimiento y Demolición Submarina (ERDS)

Es la menor unidad capaz de llevar a cabo una misión operativa determinada. Lo constituye un Oficial y de diez a quince Suboficiales y Sargentos, todos ellos con orientación de buceador de combate. Su reducida entidad le permite actuar desde una sola embarcación de superficie, ser transportados en un solo submarino, avión o helicóptero y constituye el número adecuado de buceadores para adiestramiento y control durante las operaciones; no obstante, y por la misma razón, tiene posibilidades muy limitadas y, salvo en casos muy excepcionales, nunca actuará como unidad única en una operación anfibia.

La organización de una Unidad de Reconocimiento y Demolición Submarina en forma esquemática es como se indica a continuación:

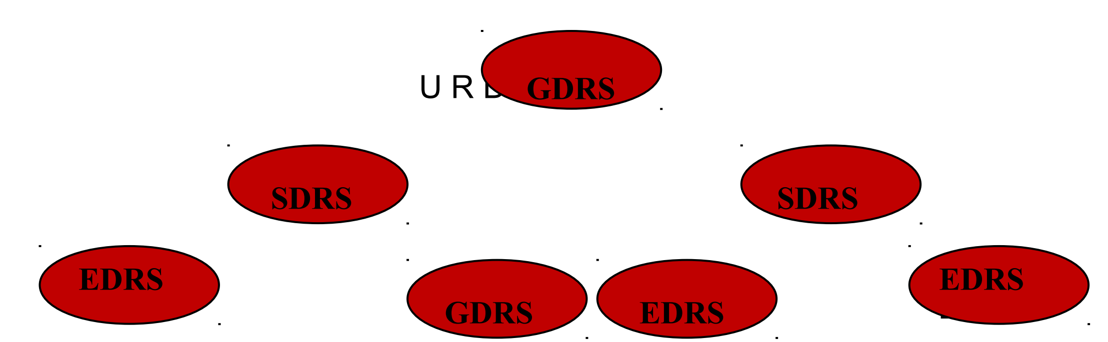


Figura 65.a Organización de Unidades de Reconocimiento y Demolición

Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).

MISIONES

Las misiones de las Unidades de Reconocimiento y Demolición Submarina son las siguientes:

a.- Misiones principales

Se efectúan antes o durante el desembarco y son:

- Reconocimiento hidrográfico de 1os canales de aproximación a las playas de desembarco desde una profundidad de 7 metros hasta la línea de marea alta.

- Reconocimiento del terreno adyacente a la playa para obtener información de los obstáculos naturales y artificiales, puntos notables y salidas de la playa, defensas y armas que se oponen al desembarco y zonas más apropiadas para el aterrizaje de helicópteros .

- Localización, mejora y balizamiento de los canales de aproximación y varada utilizables.

- Limpieza de minas desde una profundidad de 7 metros hasta la playa.

- Demolición de los obstáculos artificiales y naturales submarinos para facilitar la varada de las lanchas.

- Limpieza de canales y entradas de puerto.

- Comprobación visual y fotográfica de la información de interés obtenida por otros medios, y estimación de los daños producidos por el fuego naval y aéreo antes del día "D".
- Observación de rompientes en las playas de desembarco antes de la hora "H", y
transmisión de los datos obtenidos.
- Asesoramiento de los guias de las olas de asalto a las playas de desembarco.
- Ataques a buques dentro de puerto o en sus fondeaderos.
-Obtención de información mediente reconocimientos,observaciones, fotografías, confidentes, entre otros.

b.- Misiones secundarias

Se efectúan después del desembarco y son:

- Demolición complementaria de obstáculos naturales y artificiales en tierra y bajo el agua.
- Apertura y acondicionamiento de canales para embarcaciones y buques de desembarco.
- Reconocimientos hidrográficos complementarios.
- Cooperación en el salvamento, recuperación y desembarco de vehículos y material.

PLANEAMIENTO DE LAS OPERACIONES DE RECONOCIMIENTO Y DEMOLICIÓN SUBMARINA

GENERALIDADES

El planeamiento de una operación de reconocimiento y demolición submarina se rige por los principios generales expuestos en el reglamento de Operaciones Anfibias.

EL planeamiento preliminar de un reconocimiento anfibio comienza, normalmente, con una petición del Comandante de la Fuerza de Desembarco (FD) al Comandante de la Fuerza Anfibia Operativa (FAO), a la vista de las necesidades que se prevean para el cumplimiento de la misión. En esta petición, el Comandante de la FD. expondrá los medios que recomienda emplear para adquirir la información que solicita, incluyendo en ella la fecha en que necesita de la información.

Si el Comandante de la FD estima que cierta información sólo se puede obtener por medio de reconocimientos anfibios, que dicho reconocimiento es factible y que con ello no se pone en peligro la seguridad de la Operación Anfibia, podrá proponer un plan general esquemático de la ejecución del reconocimiento como parte de su petición de información, debiendo incluir en él:

- Alcance de las actividades recomendadas; número aproximado de hombres y equipo que necesita; zona general de operaciones; plazo de tiempo en que se ha de realizar respecto al dia "D"; métodos de desembarco, repliegue y/o recogida y plan general de comunicaciones.

- Recomendaciones acerca de las Unidades que deben emplearse para ejecutar el reconocimiento.

- Apoyo que puede necesitar para llevar a cabo el reconocimiento. El Comandante de la FAO ordenará una misión de reconocimiento mediante

una directiva, en la que señalará los medios a utilizar para el cumplimiento de la misión pudiendo, al mismo tiempo, designar para la misión de reconocimiento tanto a las Unidades de Reconocimiento y Demolición Submarina como a Unidades de Zapadores Anfibios en caso de necesidad.

Normalmente, el Comandante de la FAO asignará la misión y los medio para ejecutarla al Comandante de la Fuerza de Avanzada quien, a su vez, constituye una Organización Operativa Subordinada denominada. Grupo de Reconocimiento y Demolición Submarina.

Este Grupo, como se dijo anteriormente, puede estar reforzado por personal de Unidades de Zapadores Anfibios. Los Equipos de estas Unidades operan desde embarcaciones de superficie, submarinos y/o aviones, según lo requiera la misión.

CONSIDERACIONES SOBRE EL EMPLEO DE LAS URDS

En general, una Sección de Reconocimiento y Demolición Submarina puede llevar a cabo, en un dia, una operación de reconocimiento antes del asalto en una playa enemiga, de una longitud de 400 a 800 metros.

a.- Demolición anterior al asalto anfibio

Las posibilidades de una Sección de Reconocimiento y Demolición Submarina para efectuar una determinada operación de demolición antes del asalto está determinada por la naturaleza y el número de los obstáculos encontrados, condiciones meteorológicas, estado de la rompiente, acción enemiga sobre la playa y otros factores. Cuando se carezca de información fiable sobre estos factores durante la fase de planeamiento, habrá de tenerse en cuenta para la asignación de misiones, que una SRDS no puede limpiar,

normalmente, más de 125 a 150 metros de playa en una sola operación, aunque posteriormente pueda ensanchar la brecha.

b.- Tiempo de preparación y fatiga personal

El cansancio del personal y el tiempo necesario para la preparación minuciosa de los explosivos, hacen aconsejable no utilizar una SRDS en más de una operación de demolición preasalto en el mismo día.

c.- Temperatura del agua

En climas tropicales, con el agua a temperaturas superiores a 25°C., los buceadores pueden operar eficazmente de ;2 a 6 horas sin traje protector. En aguas con temperaturas que oscilen alrededor de los 15°C., la mayor parte de los buceadores necesitan traje protector. Con temperaturas del agua de 5°C., o menores, el traje protector es absolutamente necesario y disminuye mucho el tiempo eficaz de permanencia en el agua.

d.- Vulnerabilidad

Los buceadores en el agua son vulnerables a las minas y proyectiles y a cualquier tipo de defensas que produzcan explosiones en el agua con la consiguiente onda de choque.

e.- Comunicaciones

Si la ocultación y el secreto son indispensables para el éxito de una determinada misión, la ejecución y el horario resultarán prácticamente inalterables después de abandonada la embarcación, el buque o el medio de transporte utilizado, ya que los limitados medios de comunicaciones de que disponen los buceadores, no permitirán introducir cambios durante el desarrollo de la misión.

f.- Mareas

Normalmente, las operaciones se programan para que tengan lugar poco antes de la pleamar. En consecuencia, la hora fijada para el comienzo de una operación no debe sufrir cambios apreciables ya que, en caso

contrario, las condiciones de marea y corriente afectarían desfavorablemente a los buceadores.

g.- Explosivos

Las demoliciones preasalto sobre una playa enemiga medianamente defendida están limitadas por la cantidad de explosivo que una SRDS puede colocar en cada operación. Esta cantidad, para una SRDS, oscila entre los 600 y 700 Kgs.

h.- Oscuridad

Las operaciones de reconocimiento nocturnas llevadas a cabo por una SRDS pueden cubrir la misma extensión de playa que en un reconocimiento diurno, pero serán mucho menos exactas y requerirán más tiempo para su ejecución.

i.- Aguas radiactivas

Las aguas contaminadas por agentes radiactivos pueden hacer prohibido el empleo de buceadores.

j.- Sorpresa táctica

Es difícil conseguir la sorpresa táctica en las operaciones llevadas a cabo desde embarcaciones y buques de superficie, a no ser en condiciones de escasa visibilidad. No obstante, pueden realizarse operaciones de diversión con objeto de confundir al enemigo acerca de las verdaderas playas de desembarco.

Pueden ejecutarse operaciones completas bajo la superficie partiendo desde submarinos con muchas probabilidades de no ser detectadas; este tipo de operaciones completas en inmersión requieren una cuidadosa ejecución y habrá que realizarlas cuando la sorpresa y el secreto sobre los lugares de desembarco sean absolutamente necesarios.

RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN

Con objeto de llevar a cabo con éxito cualquier operación de reconocimiento y demolición submarina, es necesario disponer, con suficiente anticipación, de toda la información disponible sobre la zona objetivo para efectuar un planeamiento lo más detallado y completo posible.

a.- Información de carácter general

- Situación, número y extensión de las playas a reconocer.
- Existencia conocida de obstáculos naturales o artificiales que se opongan al desembarco de las tropas.
- Situación y entidad de las fuerzas o instalaciones enemigas que puedan oponerse a las operaciones de reconocimiento y demolición.
- Cartas, planos y fotografías aéreas verticales que puedan ser utilizadas como referencias para el reconocimiento.
- Temperaturas probables del agua.
- Tablas de orto y ocaso del Sol y de la Luna.
- Tablas de mareas y corrientes en la zona objetivo.

b.- Información específica

Esta información sirve para que cada equipo prepare su misión particularmente asignada. Consiste en información sobre los puntos siguientes:

- Cartas de punto grande de la zona inmediata a la playa.
- Planos de escala grande de la playa y terreno adyacente.
- Fotografías a baja altura verticales y oblicuas de la playa (muy importante cuando se conoce o sospecha la existencia de obstáculos artificiales).

- Fotografías de la línea de horizonte a espaldas de la playa, o datos topográficos con los cuales se puedan dibujar perfiles de la linea de horizonte o hacer maquetas.
- Fotografías de la playa tomadas desde submarinos.
- Toda la información hidrográfica disponible lo más detallada posible.
- Toda la información posible sobre los tipos de minas, submarinas y terrestres, empleadas por el enemigo así como posibilidad y tipo de trampas caza-bobos.

LOS EXPLOSIVOS EN MISIONES DE LAS UNIDADES DE DEMOLICIÓN SUBMARINA

GENERALIDADES.

Este Tema está íntimamente ligado a las operaciones de las UDS. En él, se trata de instruir técnicamente al personal, sobre el ordenado empleo y disposición de los explosivos, para realizar las misiones especificas más frecuentes, que pudieran presentárselas con ocasión de los asaltos a las playas, las incursiones en los puertos enemigos, entre otros., y también como trabajos o auxilios a prestar por estas Unidades en paz o en guerra. Necesariamente, para mayor claridad, se han incluido algunas consideraciones tácticas sobre estas Operaciones, de acuerdo con el "Manual de Táctica UDS”

OPERACIONES DE DEMOLICION EN PLAYAS.

Operación de demolición diurna.

Como se sabe, se lleva a cabo por nadadores en superficie, bajo la protección de un intenso fuego de apoyo, imprescindible para mantener neutralizado al enemigo. La playa es atacada en diferentes puntos, por grupos de unos 20 a 25 nadadores, cuya misión es abrir, por demolición de toda clase de obstáculos, un acceso llamado "brecha" que permita la varada de las lanchas de desembarco. Esta "brecha" que alcanza longitudinalmente desde

los 7 metros de profundidad hasta la misma playa, (zona de responsabilidad UDS), tiene una anchura inicial de unos 60 a 100 metros aproximada mente. La figura 66 nos muestra un "tendido" submarino, o dicho de otro modo, el sistema de enlace para producir la explosión simultánea de varias cargas, dispuestas para la demolición de los obstáculos que quedan dentro de la " brecha".

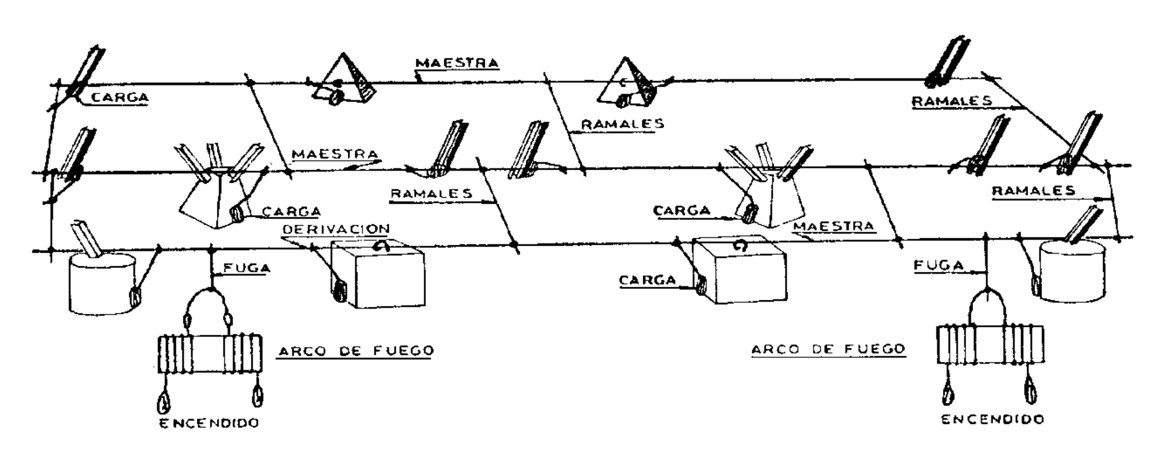


Figura 66 Tendido de una demolición submarina

Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).

a) Maestras: Paralelamente a la playa se extiende una serie de "maestras" de mecha rápida (de la más resistente a la tracción y a los roces de que se disponga) de tal manera que se aproximen al mayor número de obstáculos posible, quedando afirmadas en sus extremos, a los del limite de la " brecha".

b) Ramales: Perpendicularmente a la playa y maestras, se extienden los correspondientes ramales, en número suficiente para garantizar los diferentes enlaces de fuego y la menor deformación posible (por mareas, resacas, corrientes, entre otros.) del conjunto que debe formar con las maestras, efectuándose las uniones con "nudos de demolición".

c) **Derivaciones**: De las " maestras " a las cargas, y lo más perpendicular posible a las primeras, se anudan tensas las "derivaciones", también con "nudo de demolición", cortando o recogiendo todo sobrante a partir del nudo, que pueda tomar un contacto con la maestra y producir una interrupción en el fuego.

d) **Cargas**: Las cargas se adosarán del lado de la mar de ser posible, tanto para dificultar su remoción por la resaca, como para que el propio obstáculo proteja al nadador del fuego de la playa.

e) **Fugas:** De la "maestra" más lejana a la playa parten las "fugas" de mecha rápida, cuyo objeto es distanciar del enemigo a los hombres que han de producir el fuego, mientras aguardan la orden de darlo, y que los "encendidos" queden fuera de la línea de rompientes. También sus extremos se afirman con el "nudo de demolición" a la "maestra" y al "puente de fuego", que constituye parte del encendido.

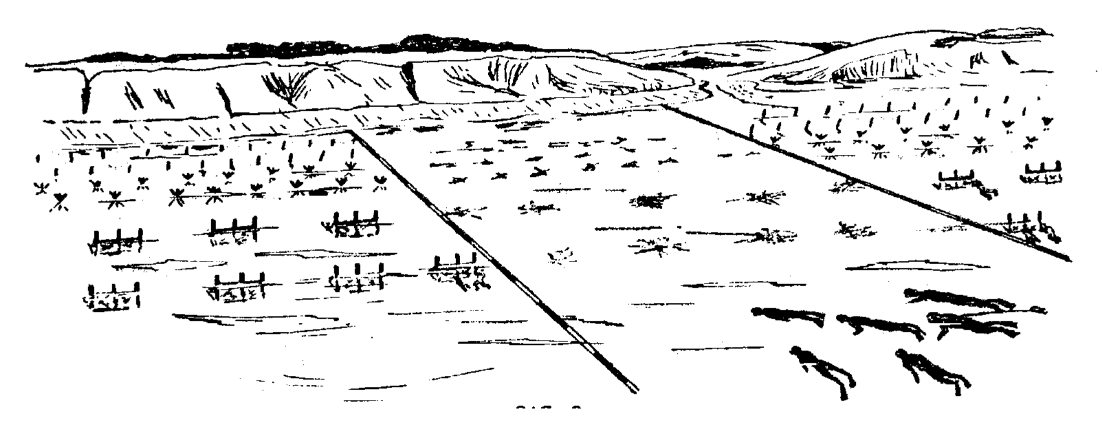


Figura 67 Canal limpio de obstáculos de playa, realizada por buceadores.

Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).

Operación de demolición nocturna.

En esta operación por sorpresa, no varia la constitución del "tendido" (respecto a la anterior o diurna), en cuanto al enrejado que forman las "maestras" y los "ramales", ni la colocación de las cargas y derivaciones". Unicamente las " fugas" quedan disminuidas a un simple puente de fuego" de unión con los "encendidos" que pueden ser eléctricos y siempre ejecutados por el Oficial UDS, comprobado que todo el personal está embarcado y a cubierto.

Operación de demolición por sorpresa.

Se lleva a cabo con igual técnica que la anterior operación y solo cabe resaltar la necesidad de que los " encendidos " siempre pirotécnicos, se extiendan sobre una tabla con flotabilidad negativa, así como se duplique su número con relación a las anteriores, debido a la mayor longitud necesaria de la mecha lenta del retardo, y a la acción de la presión por la profundidad, condiciones ambas que aumentan el riesgo de un fallo en el fuego.

Ensanchamiento de brechas.

Esta operación es llevada a cabo una vez que parte de las tropas propias han desembarcado. Se realiza avanzando generalmente en una sola dirección, a lo largo de la playa común a todos los grupos que abrieron una "brecha" y hasta la limpieza total de obstáculos si es necesario por ensanchamiento y enlace de las "brechas".

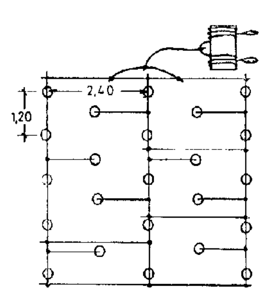


Figura 68 Método "tablero de damas"

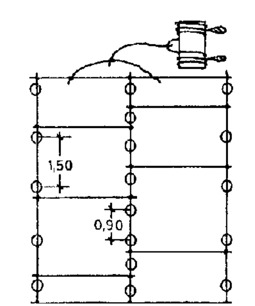


Figura 69 Método "Centro sobre - cargado"

Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).

APERTURA DE CANALES.

Una serie de factores hay que tener en cuenta para estas operaciones, tales como:

a) Clase de explosivo, según la naturaleza del fondo.

b) Disposición de las cargas.

c) Clase de "encendido".

d) Colocación y transporte de cada carga.

Además la apertura de estos canales, puede ser necesaria antes de realizarse el asalto o después de éste, lo que implica notables diferencias que consideramos a continuación.

Apertura de canales pre-asalto.

Se lleva a cabo muy raras veces, y solo en casos de extrema necesidad. La mayor dificultad consiste en que la enorme cantidad de explosivos necesarios para una de estas operaciones, ha de ser llevado a nado, lo que implica siempre muchos hombres, o mucho tiempo y mucho fuego de apoyo. Ha de hacerse justo, antes del amanecer y el encendido será siempre pirotécnico.

Apertura de canales post-asalto.

Representa la enorme ventaja con el anterior, de que se trabaja desde la playa, lo que supone el que se puedan usar botes de goma para el transporte de explosivos y trabajar de día. Ahorra número de hombres para la misma cantidad de explosivo, pudiendo cada uno hacer varios viajes. Normalmente, será un trabajo a base de unas tareas definidas como, por ejemplo: Abrir paso a una LST., lo que permite organizarse sin excesivas prisas. En estos casos el " encendido " es siempre eléctrico.

a).- Método "tablero de damas” (Figura 68). Las "maestras" estarán colocadas perpendicularmente a la playa y las cargas, que consisten en

bolsas con unos 10 kilogramos de explosivos, quedan separadas de 1'20 a 1'50 metros. Se empleará este procedimiento cuando se desee un canal de una profundidad uniforme.

1).- La separación entre las “maestras” depende del estado de la mar.

a) Cuando no hay rompiente las "maestras" pueden distanciarse de 2'5 a metros.

b) Cuando existe rompiente, hay que aproximar las “maestras” entre si, dejándolas separadas 1,20 metros aproximadamente y sujetas al fondo por sus extremos, además de acortar al máximo las “derivaciones” de las cargas que quedan en línea con las “maestras”.

2).- Los “ramales” de enlace del fuego, no deben separarse entre si más de 25 a 30 metros.

b).- Método "Centro sobre - cargado". (Figura. 69), En este método, una vez extendidas las tres maestras, separadas unos 3 metros entre si, a la del centro o central, se le anudan cargas de unos 10 kilogramos de explosivo, cada 0'90 metros, mientras que a las dos laterales se hace cada 1'5 metros. Se recomienda colocar “maestras” dobles, por lo menos en la central, o también amadrinarlas a cabos firmes al fondo, en caso de existir rompientes, para que no trabajen. El resultado que se obtiene, es un canal de unos 9 metros de ancho por un metro de profundidad aproximadamente.

c).- Canal con mangueras explosivas. (figura70) Es el mejor de los métodos que existen para abrir canales en la arena. La separación entre los grupos de mangueras dependerá, naturalmente, de la cantidad que se elija para formar cada grupo. Normalmente será de tres líneas en el centro y dos por cada lateral (con 3 metros de separación entre líneas) o bien como en el ejemplo de la figura 5, de cinco mangueras centrales por 3 en cada lateral, con una separación de 4'5 metros entre líneas, lo que producirá un canal de

unos 13 metros de ancho por 1'8 metros a 2'10 metros de profundidad. Para llevar a cabo este trabajo, se realizarán las siguientes operaciones:

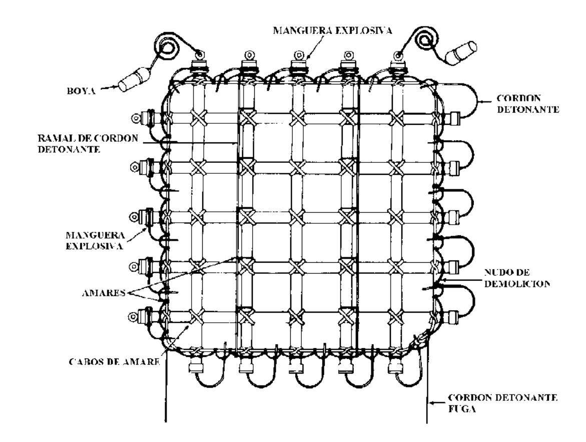


Figura 70. Una “parrilla” de 25 mangueras explosivas para abrir canales.

Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).

1. Acoplar las mangueras, por mediación de sus extremos roscados, extendiéndolas

   sobre la playa, hasta alcanzar el largo del canal deseado.

2. Con mecha rápida, se darán de 8 a 10 vueltas a cada manguera, pr6ximo a los manguitos de metal, que es donde interiormente alojan los multiplicadores de las mismas, dejando una rabiza que servirá de "derivación" para anudar a la "maestra" . (No es imprescindible que todas las de una líneas estén trincadas).
3. Unir los grupos de mangueras que formarán cada línea, trincándolos con un cabo por las uniones o acoples roscados.
4. Extender a lo largo de cada línea, una "maestra de modo que forme seno y no trabaje, y anudar a ella las derivaciones ".
5. En el extremo de línea que ha de ir al mar, afirmar un cabo con un fondeo.
6. Conservando la separación entre líneas, unir las “maestras” con “ramales” dobles en la disposición que muestra la figura 68

7. Cargar los fondeos cabeza de línea y parte de ésta, sobre botes de goma si es muy largo el tramo, y repartir el personal a lo largo de cada línea, introduciendo todo el conjunto en el mar, para dejarlo fondeado por un extremo y apoyado en tierra el otro.
8. Anudar el encendido a caballo de la línea central y sobre los "ramales".

NOTA: La distribución de cargas, debe ser uniforme independientemente de los obstáculos naturales o artificiales que se encuentren en la zona.

d..- Con "Torpedos Bengalore"' (Figura 71).- Para abrir un canal en una barra de arena, o un "caballón" de arena, empleando el torpedo Bengalore (cargas alargadas) es necesario:

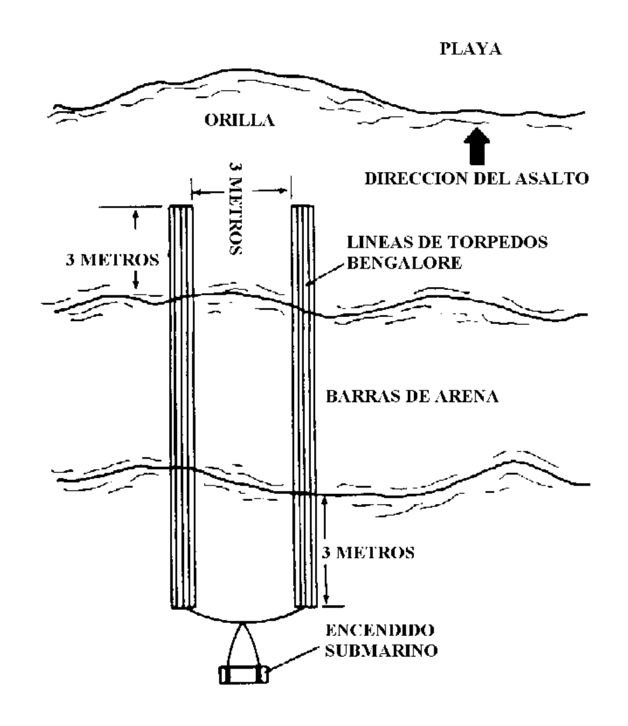
l).- Construir una pirámide a base de 9 tramos de torpedos unidos en un haz, y empalmados a lo largo de la longitud de la barra de arena, de manera que rebasen los extremos unos 3 metros.

2). Colocar otra línea de torpedos igual a la anterior separadas en tres sí de 2,50 a 3 metros.

3). Hacer que ambas líneas exploten simultáneamente, bien por que el encendido sea con cebos eléctricos o por enlace con mecha rápida similar al empleado con las mangueras.

4). Si el atraque debido al agua es igual o superior a 0,60 metros de profundidad , estas cargas producirán un canal en la barra de arena de 10 a 12 metros de ancho por 1,20 a 1,5 metros de profundidad.

Figura 71 Apertura de un canal con torpedos bengalores.



Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).

OBSTACULOS NATURALES.

Los obstáculos naturales que se encuentran con más frecuencia en la mar consisten en: Corales, cascajo, hielo, lava roca, arena y fango o bien una combinación de varios de ellos. Las técnicas a emplear y la cantidad y tipos de explosivos a usar, es muy variada y fundamentalmente ha de basarse en la experiencia del personal que realiza el trabajo.

Coral.

Es extremadamente difícil de demoler en todos sus estados. Un arrecife de coral puede ser “vivo” o “muerto”. El primero es de una dureza

muy parecida a la roca mientras que el segundo suele estar combinado con un relleno de arena.(ver Figuras 72,73,74).

Las formaciones coralíferas, suelen presentarse, como un cantil normalmente sumergido y de brusca caída hacia el mar, prolongándose hacia tierra en forma de una meseta plana, o bien en campos con elevaciones, de picachos afilados, o en forma de hongos con cabeza aplanada, fino tronco y ancha base. Estas elevaciones no presentan tanta dificultad como las extensiones aplanadas.

a. Las bolsas de demolición pueden usarse para estas voladuras pero en general se recomiendan los explosivos de baja potencia para conseguir mejores resultados.

b. Las cargas huecas que podrían emplearse para abrir hornillos en las masas de coral, no obtienen buenos resultados, debido a que se ciegan del mismo material destruido.

c. Las figuras 75,76, 77, pueden usarse como guía de orientación en la apertura de una brecha en coral.

Hielo. (Figura 78).

De las numerosas clasificaciones, con que pueden distinguirse diferentes formaciones de hielo, cabe resaltar:

a. Hielo confinado (rodeado por tierra); este hielo es quebradizo y denso.

b. Hielo de barrera: Compuesto con nieve, se presenta en forma de cortados, siendo el más frecuente a tener en cuenta en demoliciones.

c.- Hielo de bahía: Producido por agua del mar helada, suele presentarse en rampas.

l). Para abrir brecha en el hielo, puede hacerse o bien con cargas colocadas en "montón" encima de él (método rápido) o también como indica la figura 10, con lo que se consigue mayor efectividad y ahorro de explosivo.

2). Es de tener en cuenta, que normalmente en esta clase de demoliciones, ha de emplearse los encendidos eléctricos, debido a las limitaciones que el tiempo frío impone a las mechas.

3). Las cargas huecas de 15 libras penetran 7 metros de profundidad por 2 de diámetro, y la de 40 libras penetra positivamente 15 metros por 4'5 de diámetro.

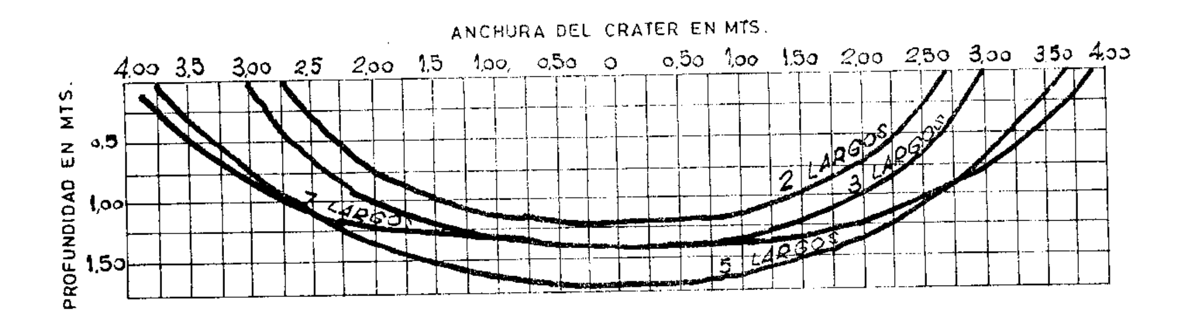


Figura 72. Con manguera explosiva.

Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).

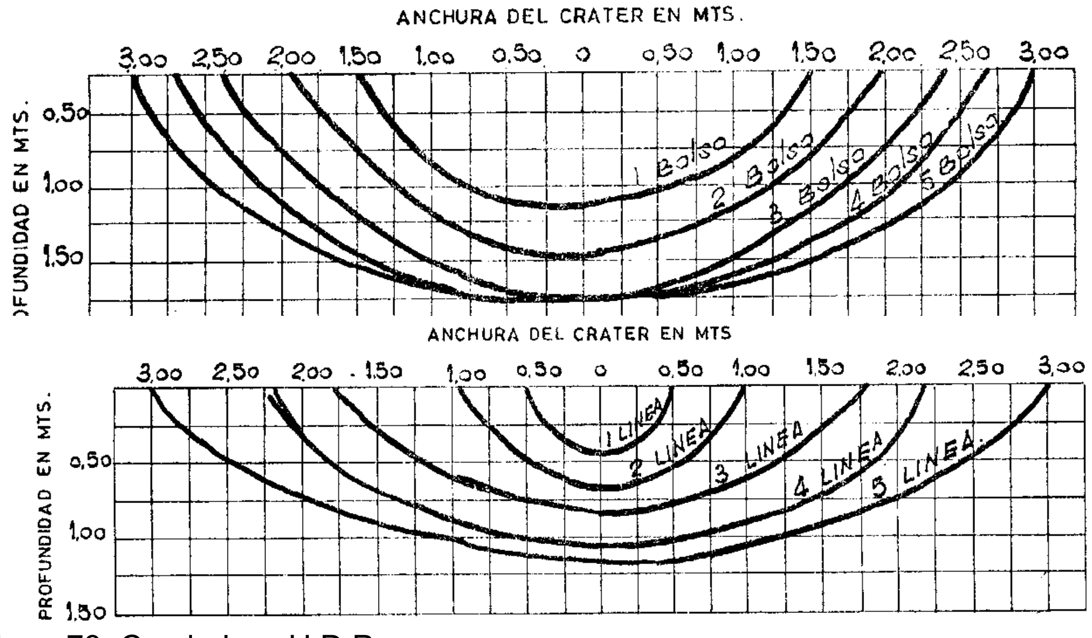


Figura73 Con bolsas U.D.P..

Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).

Lava.

Este producto de los volcanes y fisuras de nuestro planeta puede presentarse como una materia cristalina (obsidiana) si se enfrió rápidamente, como roca densa si su enfriamiento fue lento, y también en forma de cenizas o piedra pómez, pero el mar las marea, resacas, entre otros. habrán desgastado las partes blandas, dejando pináculos del material más duro.

a.- Los explosivos plásticos son adecuados para las demoliciones en este material.

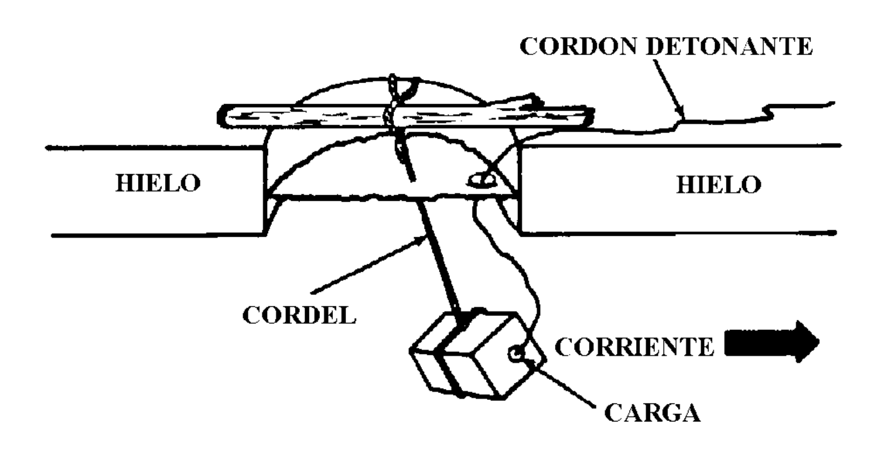


Figura74 Abrir una brecha en hielo.

Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).

Rocas.

Para la demolición de rocas, se necesita un tipo de explosivo rompedor, o alto explosivo.

Los procedimientos más comunes para este trabajo son:

1).- Por montículo de barro.

2).- Por nido de serpiente.

3).- Por barreno ó hornillo.

a. Las cargas normales a usar prácticamente son:

1.- Para roca basáltica que es la más dura de todas, usar ½ libras por cada pie cúbico.

2.- Para roca conglomerada, 1/3 de libra por pie cúbico.

3.- Para piedras blandas y arenosas, 1/16 de libra por pie cúbico.

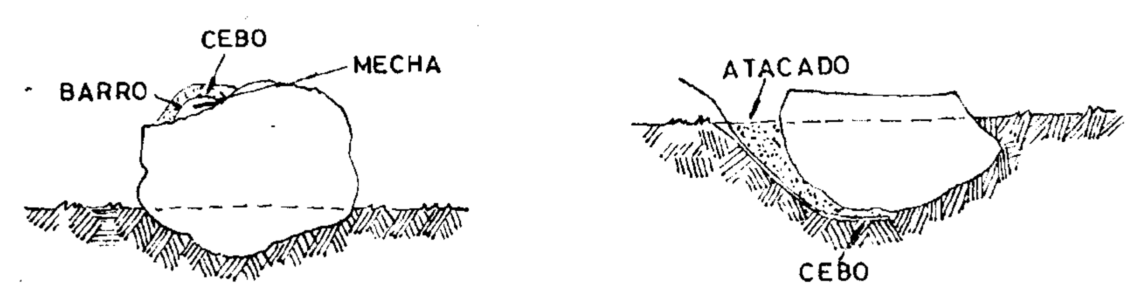
c. Teniendo además que estas cantidades están calculadas para el procedimiento del "montículo de barro", es decir quedan afectadas a los siguientes coeficientes.

1).- 1 Para el método de "montículo de barro"

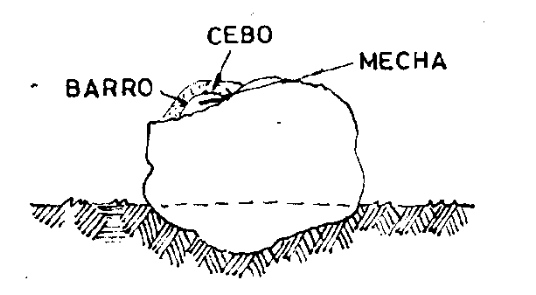
2).- ¾ para el método "nido de serpiente".

3).- 1/8 para el método "barreno".

Figura75 Relleno de cráter. Figura76 Colocación de cargas.



Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).



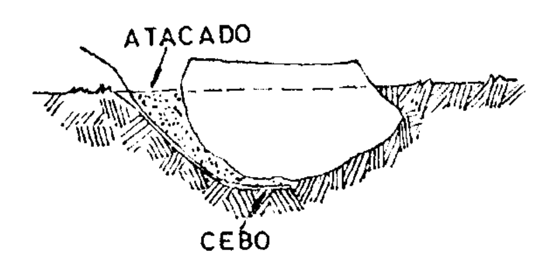
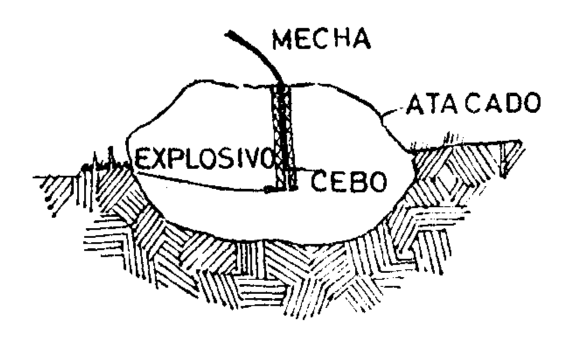


Figura77 Montículo de barro. Figura 78 Nido de serpiente.

Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).

Figura 79 Por barreno.

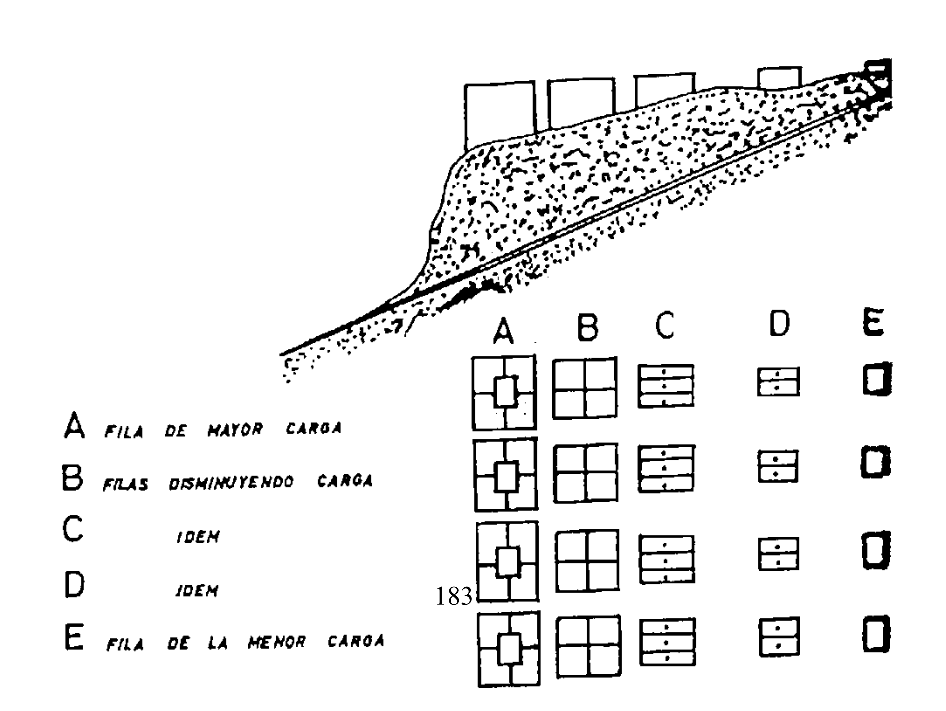


Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).

NOTA: Por el procedimiento de “cargas en oposición” explicando en el Tema anterior, se obtiene también, excelentes resultados.

Arena.

Los montículos de arena seca y gravilla presentan un problema particularmente difícil de volar. Las partículas sólidas de estos materiales, son demasiado pequeñas, en comparación al espacio de aire entre ellas y no reciben inercia suficiente, en el momento de la explosión cayendo hacia el centro de ella nuevamente. La arena submarina, no presenta este



problema pues el agua entre las partículas, les transmite la suficiente inercia, si bien las corrientes y mareas volverán a cegar el cráter o la brecha abierta.

Figura 80 Suavizado de pendiente en dunas de arena por aplastamiento.

Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).

SUAVIZADO DE CANTILES Y PENDIENTES.

Suavizado de pendientes en dunas de arena por aplastamiento. (Figura 80).

Para hacer rápidamente este trabajo, se dispone una serie de filas de cargas iguales (dependiendo su número, de la anchura de paso que se desea), que van disminuyendo, en peso del explosivo, en dirección a la cima de la duna.

Hay que tener en cuenta que un ligero empotramiento, rinde enormemente y es fácil conseguir en la arena. Ha de darse al conjunto formado, fuego simultáneo.

Suavizado de pendientes en cantiles de lava. (Figura 81).

La figura correspondiente, indica el procedimiento a seguir, siendo de gran importancia la colocación de la "carga auxiliar submarina".

Suavizado de pendientes de terreno duro

Normalmente se hará por mediación de filas de barrenos, que como indica la figura 82 irán disminuyendo de profundidad y de cantidad de cargas, a medida que se aproximan a la cima.

El encendido debe ser simultáneo.

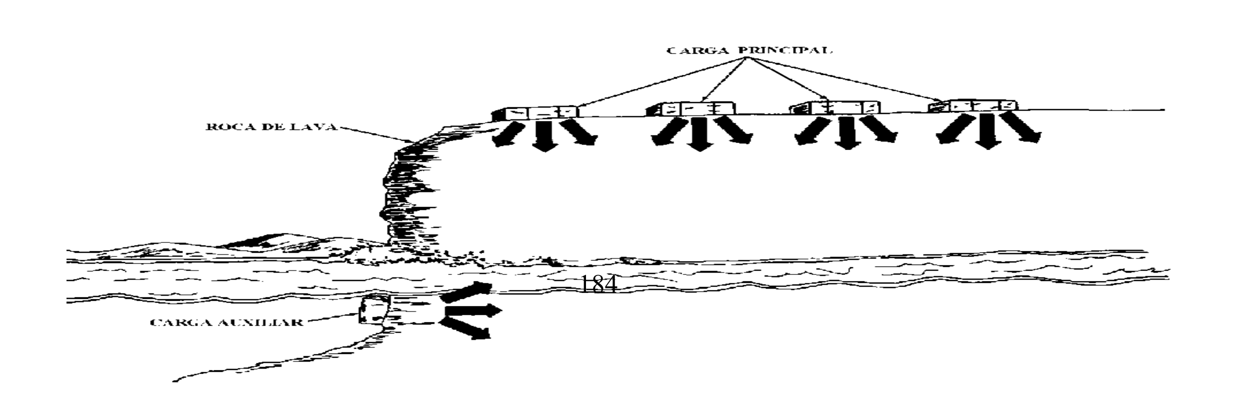


Figura 81.a. Suavizado de pendientes en cantiles de lava

Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).

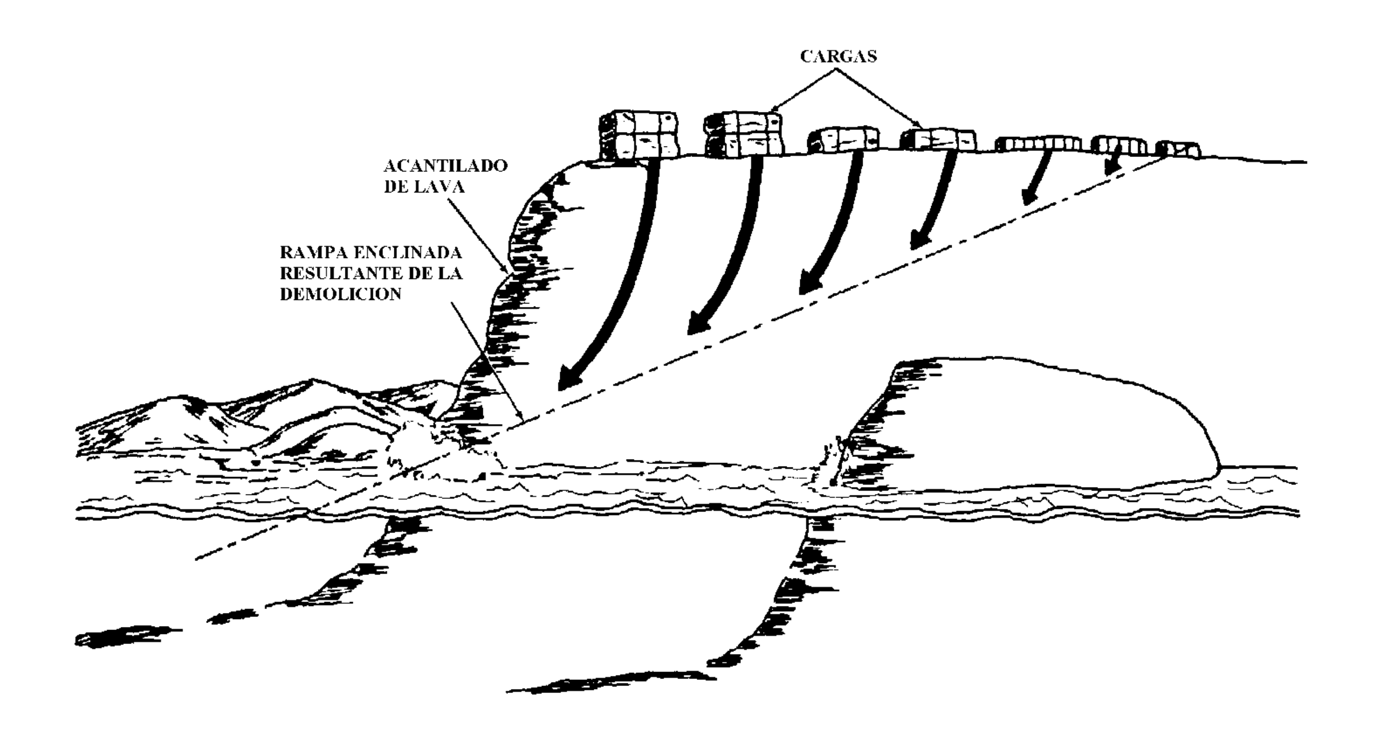


Figura82 Suavizado de pendientes de terreno duro.

Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).

Eliminación de barras de arena.

Las barras de arena se eliminan mejor por medio de mangueras de aire a presión o de mangueras de agua en vez de con explosivos, particularmente en canales estrechos. Cuando la barra de arena cubre una extensión muy grande o la profundidad del corte hace impracticable el empleo del chorro de agua, se deben emplear los tubos de explosivos clavados en el fondo. También se pueden emplear bloques de TNT colocados a lo largo de la barra separados cada tres metros uno de otro. Una fila de estos bloques puede limpiar un canal de tres a tres metros y medio de ancho por un metro treinta de profundidad.

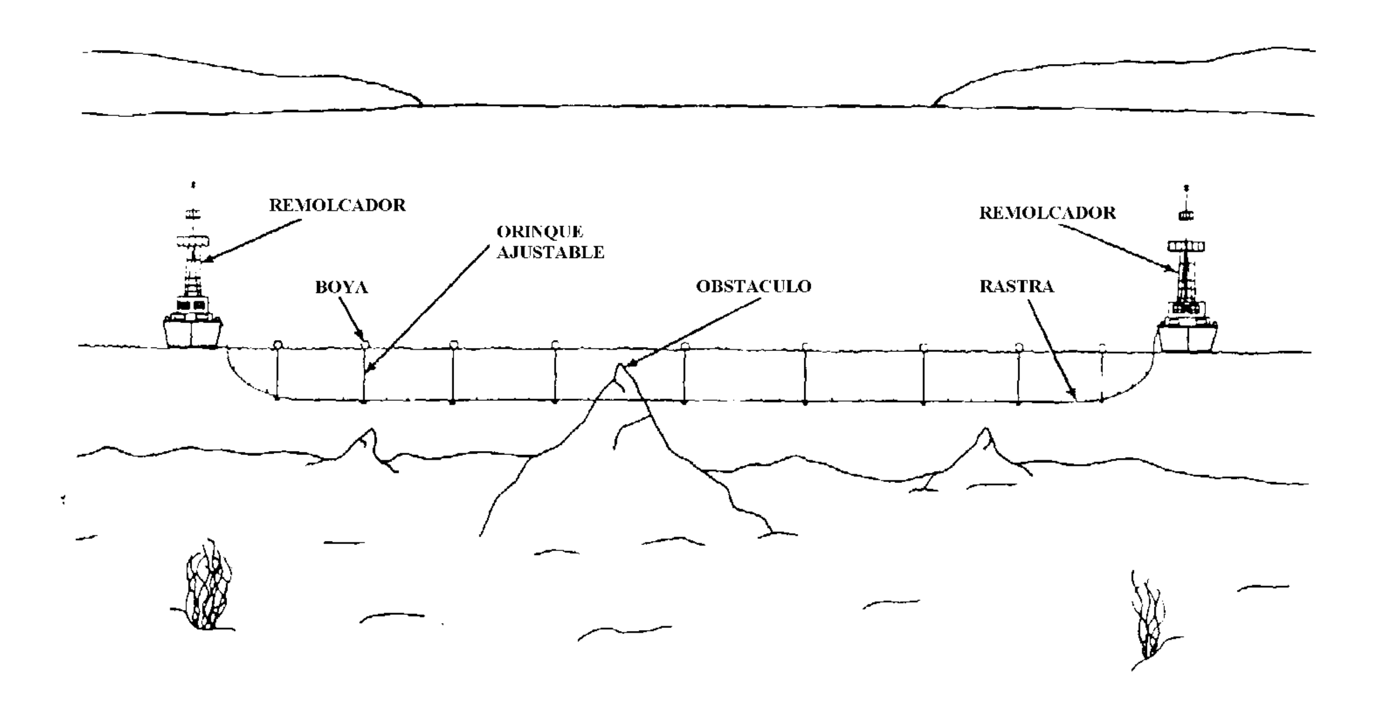
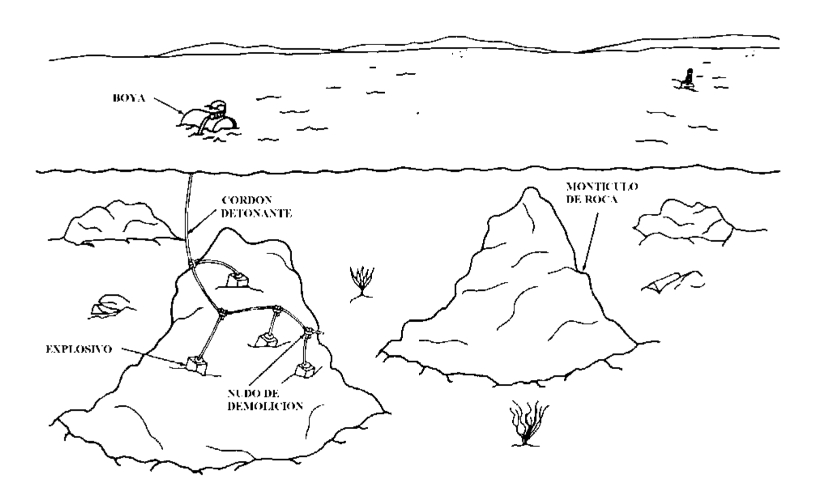


Figura 83 Forma de dragar una canal y localizar obstáculos.

Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).

Figura 84 Forma de demoler montículos de roca.



Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).

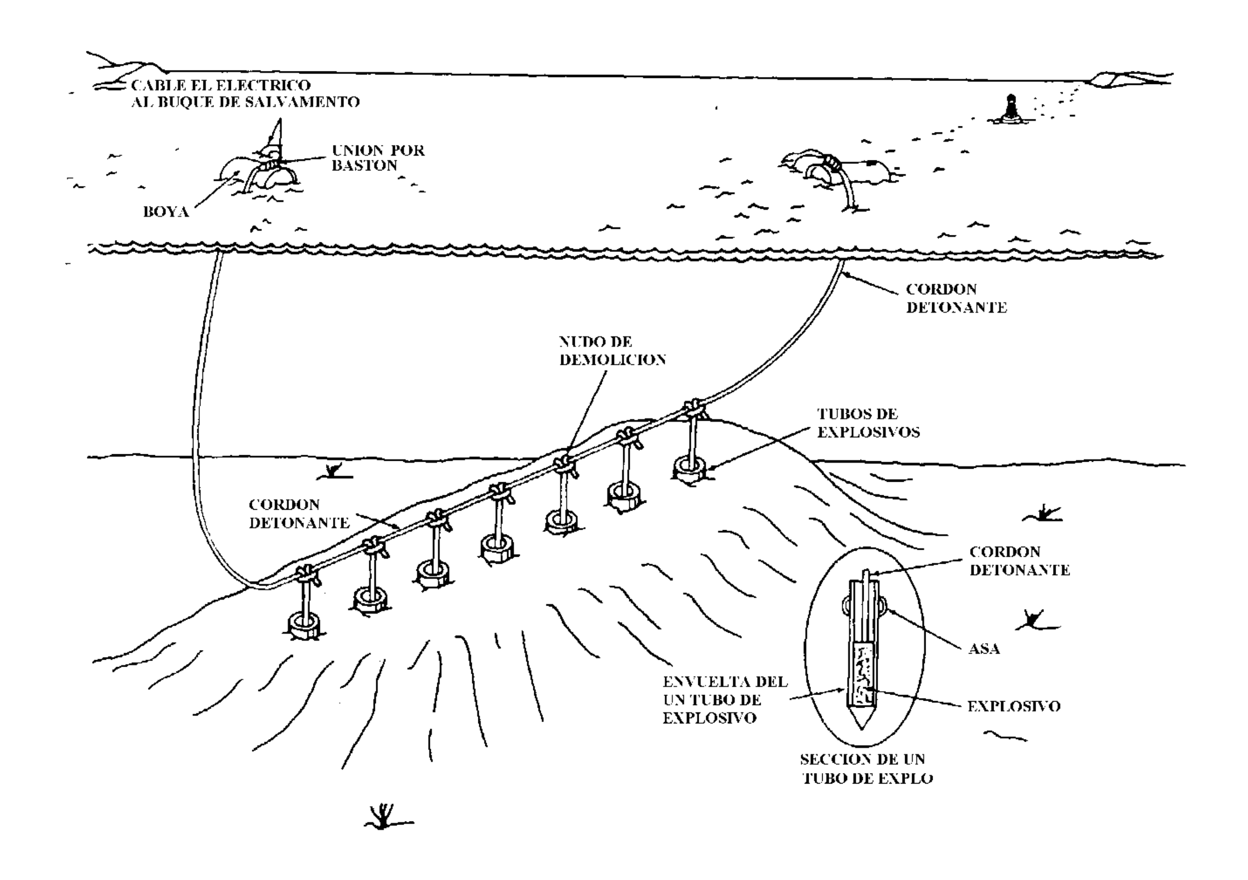


Figura 85 Desplazamiento de una barra de arena. Sección de un tubo explosivo.

Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).

Tubos explosivos clavados en el fondo, o cargas enterradas.

Al colocar los tubos en el fondo se debe hacer de forma perpendicular al material que se quiere remover. Estos deben clavarse hasta una profundidad igual al dragado que se quiera hacer más la distancia entre los mismos. Por ejemplo, si quiere profundidad un canal tres metros y los tubos se clavan cada dos metros y medio, los tubos se deben clavar hasta una profundidad en el

fondo de cinco metros y medio. Un tubo sí y otro no deben llevar cargas diferentes para evitar que las detonaciones se anulan unas a otras. O sea, si una carga lleva diez kilos de explosivo, la siguiente debe llevar solamente cinco kilos, la tercera 10 kilos y así sucesivamente. Los tubos deben ser colocados de forma escalonada.

Cuando no se disponga de tubos, se pueden emplear el sistema de enterrar cargas en el fondo para que hagan idéntico efecto o parecido. El sistema es emplear el mismo que cuando se clavan los tubos, en cuanto a la distancia y profundidad, con el inconveniente de que en muchos casos difícil hacer estos agujeros a la profundidad necesaria. Cuando se disponga de una bomba para montar un repartidos de agua se puede emplear con gran rendimiento para efectuar los agujeros a la profundidad deseada. El cebado y la forma de dar fuego serán los mismos que cuando se emplean los tubos.

Prueba de las Cargas.

Para determinar el mejor espacio entre las cargas con tubos o barrenos, se deben hacer detonar cargas de prueba en el fondo que se desea alterar. Las cargas de prueba se deben hacer estallar por la tarde al retirarse del trabajo para permitir que se aclaren las aguas y se pose el fango o arena removidos por la explosión, y poderlo reconocer con buena visibilidad al día siguiente.

Alteración de Canales.

Para dar más profundidad, anchura o enderezar un canal se recomienda el empleo de los tubos hundidos en el fondo. Donde estos no se pueden emplear se deben colocar las cargas en barrenos espaciados y escalonados lo mismo que los tubos.

Cuando se trate de ampliar o enderezar un canal colóquese una carga sobre el fondo del canal que ya existe y que deberá ser detonada al mismo

tiempo que la carga principal esto evita que el material desplazado por la carga principal, caiga en la zona del canal que ya existe.

Cuando se empleen explosivos hay que tener en cuenta la profundidad del agua y la clase de fondo. En fondos de roca suelta por ejemplo, medio kilo de explosivo desplazará casi un metro cúbico en aguas de poca profundidad; en la voladura de rocas en aguas profundas harán falta alrededor de dos kilos y medio por metro cúbico.

NOTA: Al hacer el computo de volúmenes, empléese siempre la profundidad del barreno o de los tubos clavados en el fondo. Esta será mayor que la profundidad de la rasante por la distancia entre cargas.

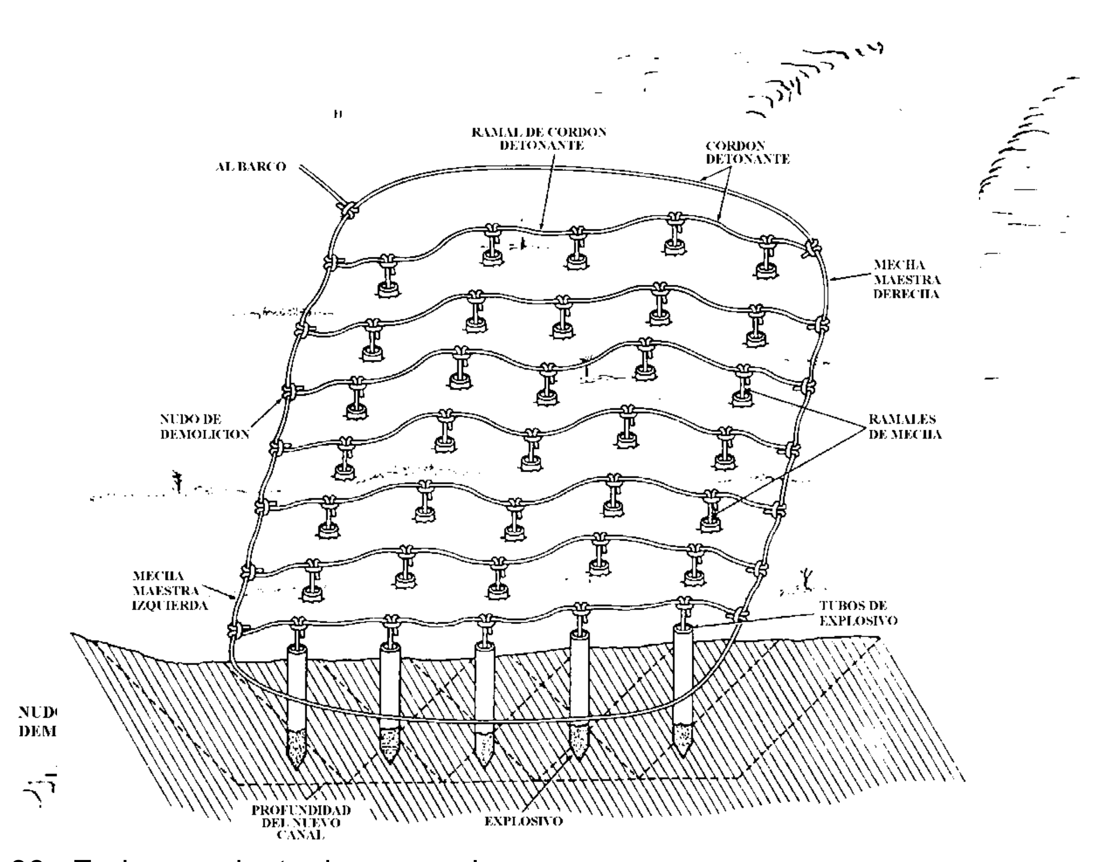


Figura 86. Enderezamiento de un canal.

Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).

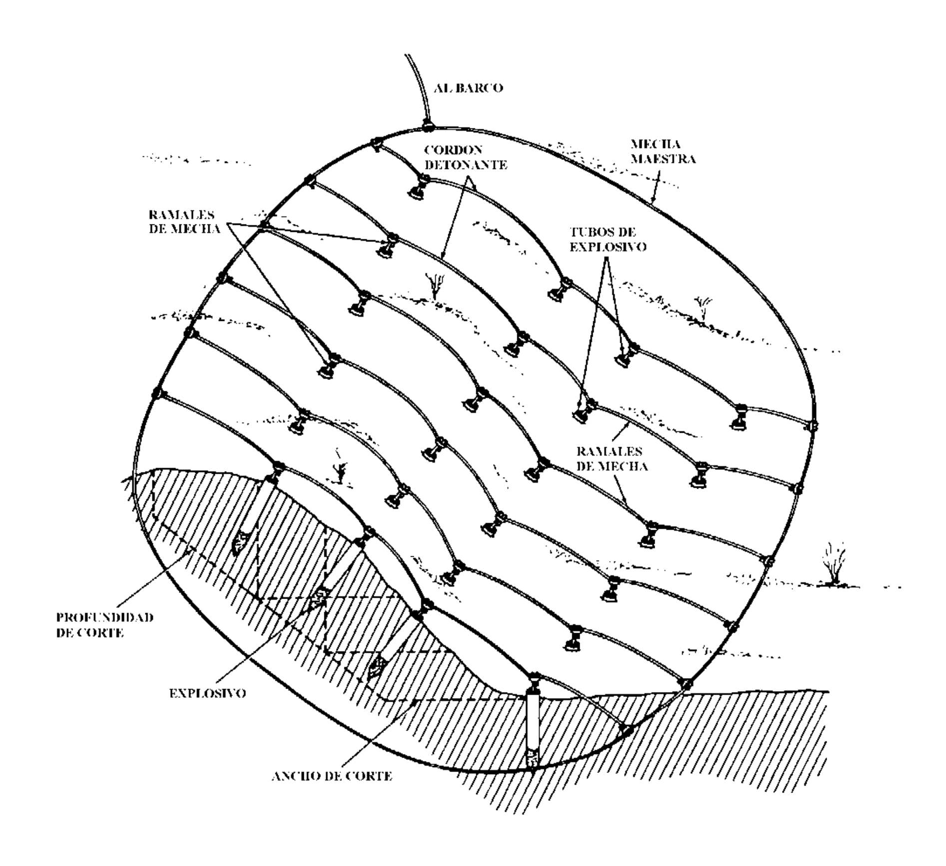
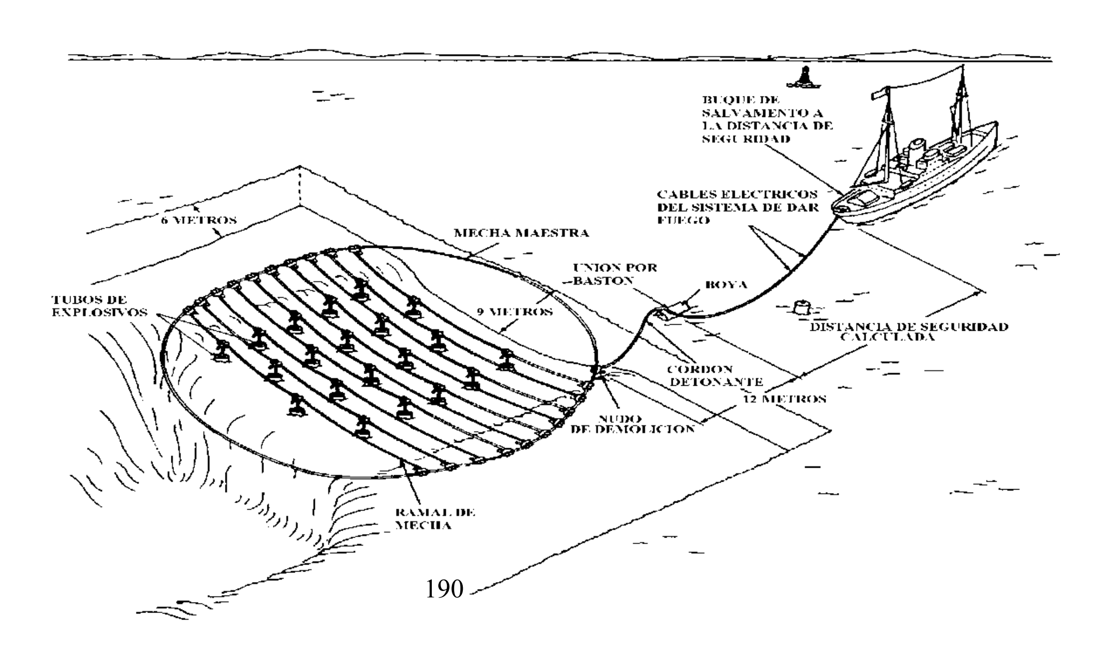


Figura 87 Forma de profundizar un canal

Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).

Figura88 Ensanchamiento de un canal



Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).

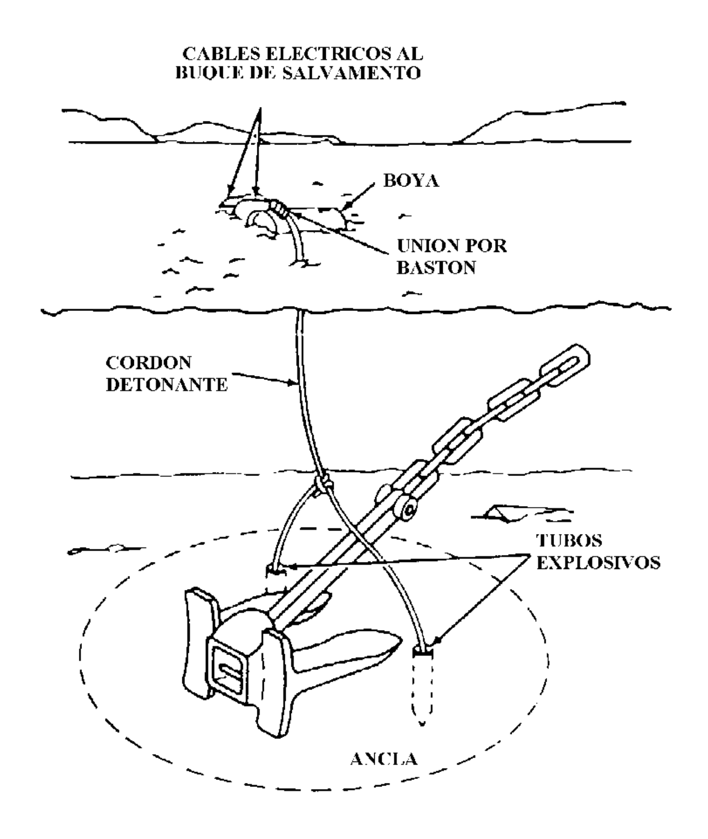


Figura 89 Forma de emplazar de un ancla mediante tubos explosivos.

Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).

Apertura de canales a lo largo de un buque hundido.

Cuando se debe alterar o construir un canal a lo largo de un buque, se debe tener cuidado de que no se mueva del mismo y vaya a desplazarse sobre el nuevo canal. Si el buque ha de ser salvado, se debe tener cuidado de no causar daños al casco. Si el buque debe ser desguazado, el casco puede ser volado al mismo tiempo que se construye el canal. Las cargas que deben hacer explosión cerca del casco de un buque hundido y que no se quiera que sufra daños, se deben colocar a una distancia del casco de metro y medio a tres metros y espaciados desde tres a cuatro metros y medio.

Trincheras y Túneles.

La construcción de túneles y trincheras en fondos de roca dura, requiere el empleo de explosivo. Tales operaciones, adyacentes a un buque que ha de ser salvado, se deben hacer con cargas lo suficientemente ligeras para que no sufra daños el casco del mismo. Los túneles o trincheras en fondos de roca suelta, arena, arcilla o fango, se hacen mucho mejor por medio de un repartidor de agua a presión.

La combinación ideal para efectuar un túnel bajo un buque que repose

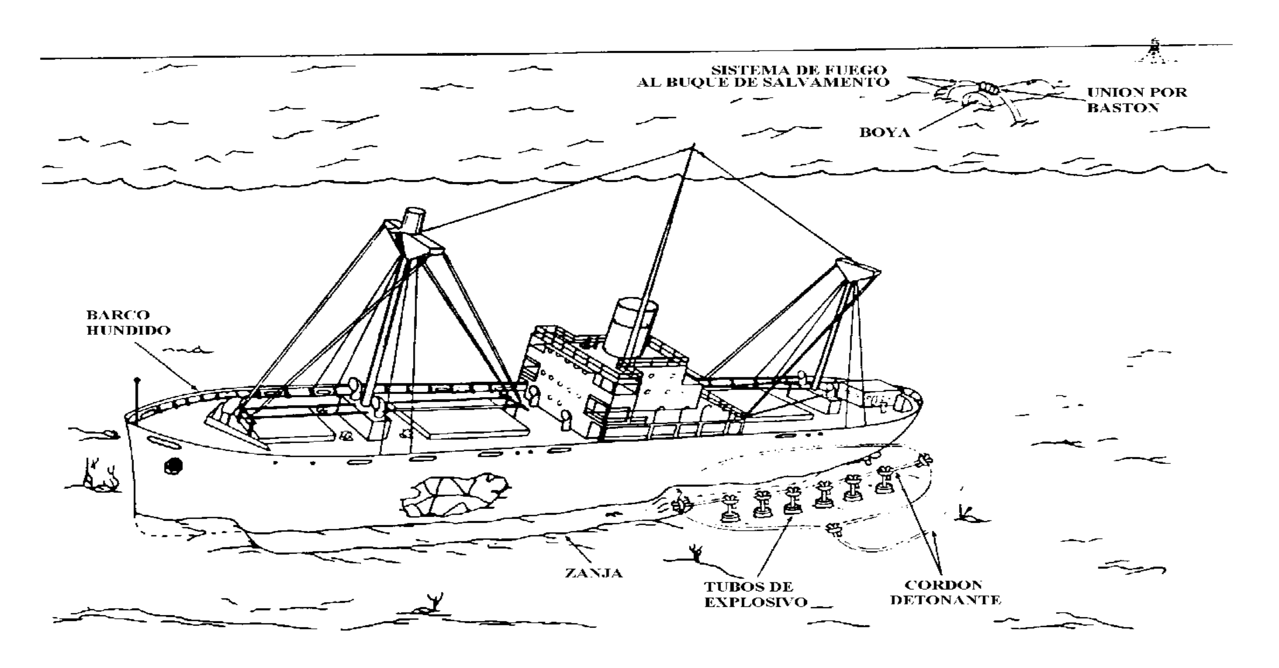


Figura 90 Forma de colocar explosivos para hacer una zanja a lo largo de un barco hundido.

Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).

sobre un fondo de arena, fango, cascajo, entre otros., es la de explosivos y manguera con repartidor de agua, para lo cual se actúa de la forma siguiente:

Elegido el lugar por el cual es necesario perforar el túnel se hace con el repartidor del agua un hoyo en el fondo a un metro aproximadamente de la vertical del costado y a una profundidad en que se calcule que la expresión hará un hoyo que rebase el nivel de la quilla horizontal del buque. Este hoyo servirá para ir depositando todo el material que se saque de debajo del barco con el repartidor.

Se tomará el repartidor y se dirigirá el chorro de agua en la dirección que se desee efectuar el túnel. Este chorro apartará el material que constituye el fondo, debido a la fuerza de salida del agua. Empleando adecuadamente el repartidor, se ira avanzando hacia la banda opuesta del buque, hasta salir en la misma. El fango o materias que se vayan removiendo por este procedimiento, se irán empujando con el chorro hacia afuera, para que caigan dentro del hoyo previamente hecho con el explosivo, Este mismo procedimiento se puede emplear para desenterrar anclas, cadenas o hélices que se quieran sacar.

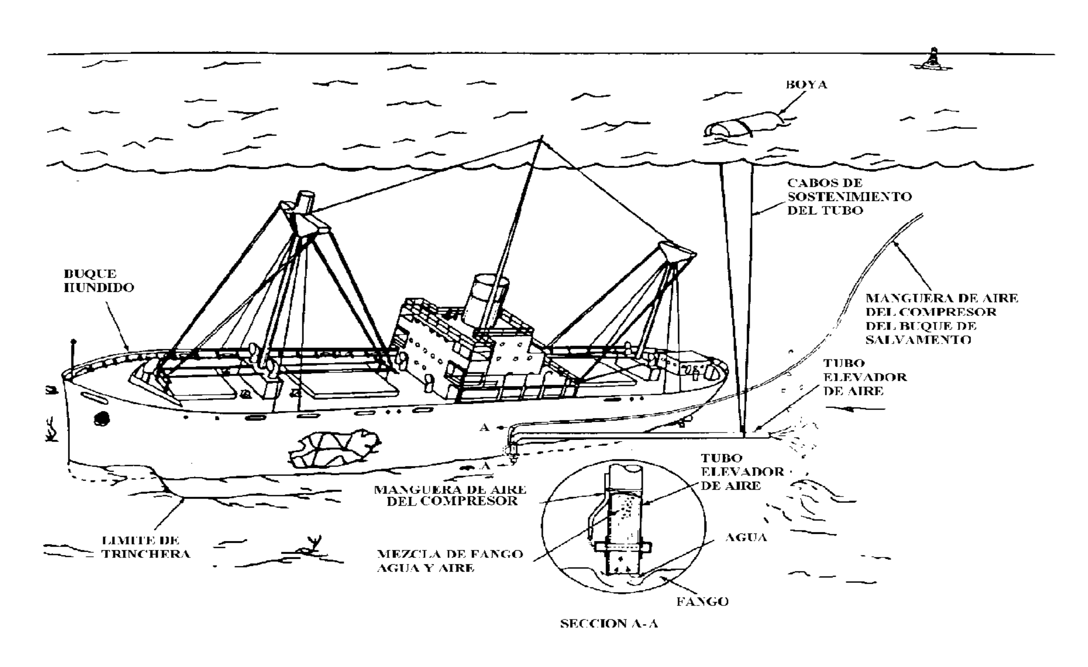


Figura 91 Empleo de un elevador de aire “Chupona”, para la realización de zanjas y túneles.

Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).

OBSTACULOS DE PLAYA Y SU DEMOLICION

GENERALIDADES.

El obstáculo que detiene o retrasa el avance enemigo, puede ser " natural": Bajos de arena, rocas, corales, entre otros., o "artificial ": Colocado para este fin por la mano del hombre constituyendo, en este caso, las "defensas accesorias", que a su vez, pueden ser:

a.- Pasivas: Cuando solamente detienen o retrasan el avance del enemigo, bajo el fuego de la defensa.

b.- Activas: Si dispone de medios propios para causarles bajas, tales como, elementos o campos minados, alambradas electrificadas, entre otros.

Por su capacidad y modalidad, se clasifican en "contra-personal", “contra-carro", "contra-desembarco", entre otros.

Debido principalmente a las mareas, las UDS pueden encontrarse en las playas, defensas accesorias típicas del combate terrestre, además de las idóneas contra-lanchas, personal y vehículos de desembarco, por lo que se hace necesario conocer bien las más generales, teniendo en cuenta que el material de su construcción estará, casi siempre, condicionado al aprovechamiento de los recursos naturales más próximos al lugar de su colocación.

DIFERENTES TIPOS DE OBSTACULOS QUE PUEDEN ENCONTRARSE EN LAS PLAYAS.

Construidos con acero o hierro.

a.- Nombre: " Elemento C"(Alemán)

Empleo: Contra lanchas de desembarco.

Características: (Figura 92). De 2 1/2 Tm. de peso 3'75 metros de alto por 3 metros de ancho y 15 metros de profundidad.

Destrucción UDS: Se calcularon 20 pequeñas cargas magnéticas, colocadas como indica la figura, para demolerlo durante la guerra, quedando totalmente demolido, a no menos de 40 centímetros de altura, desde el fondo. Actualmente 12 " paquetes UDS " adosados en las 12 uniones de angulares.

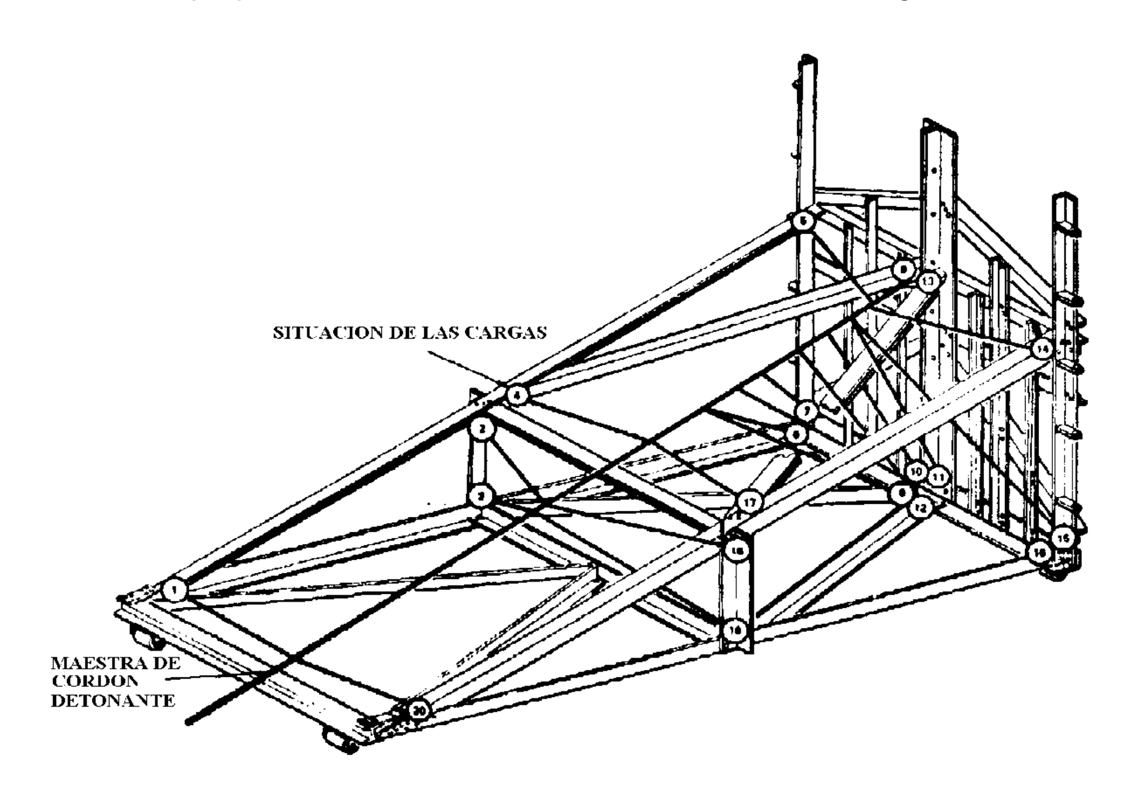


Figura92 Elemento “C” Aleman.

Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).

b.- Nombre: "Armazón de acero "(versión americana del "elemento C")

Empleo: Contra lanchas de desembarco.

Características: Construido por varios paneles, con tubo de 2,5 pulgadas, (91 centímetro). La medida de su frente, puede variar, según el

número de ellos que se acoplen, normalmente cinco. Altura, unos 2'70 metros del fondo y 4'07 de profundidad.

Destrucción UDS: Siete paquetes UDS por panel, reservando uno para el anclaje, adosados a las uniones de tubo. Con doce secciones de torpedo "Bangalore", se hacen tres tramos, colocándolos juntos y perpendicularmente al frente del armazón de acero, abren una brecha de 4'50 metros.

c.- Nombre: "Tetraedro de acero ".

Empleo: Contra lanchas de desembarco y vehículos.

Características: Tiene 1'80 metros de lado.

Destrucción UDS: Cuatro "paquetes UDS" adosados en sus cuatro vértices.

d.- Nombre: "Raíles empotrados.

Empleo: Contra lanchas de desembarco, carros y vehículos, normalmente clavados con ángulo de 45º apuntando a la mar y en filas de tres o más, al tresbolillo, separados uno 3 ó 4 metros.

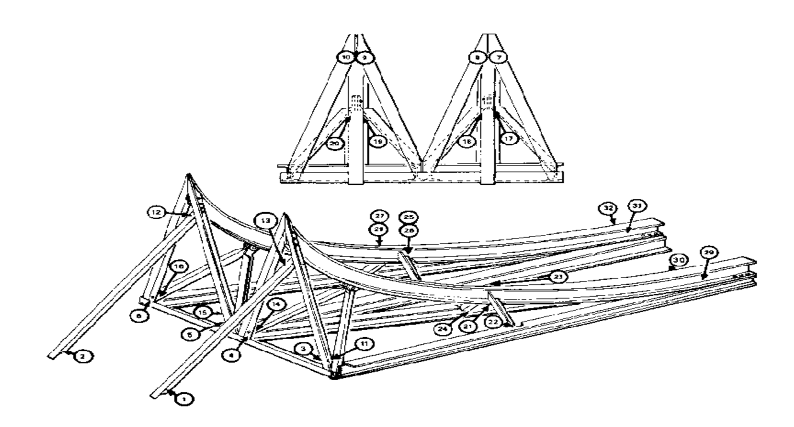


Figura93 Forma de colocar las cargas en una rampa – obstáculo.

Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).

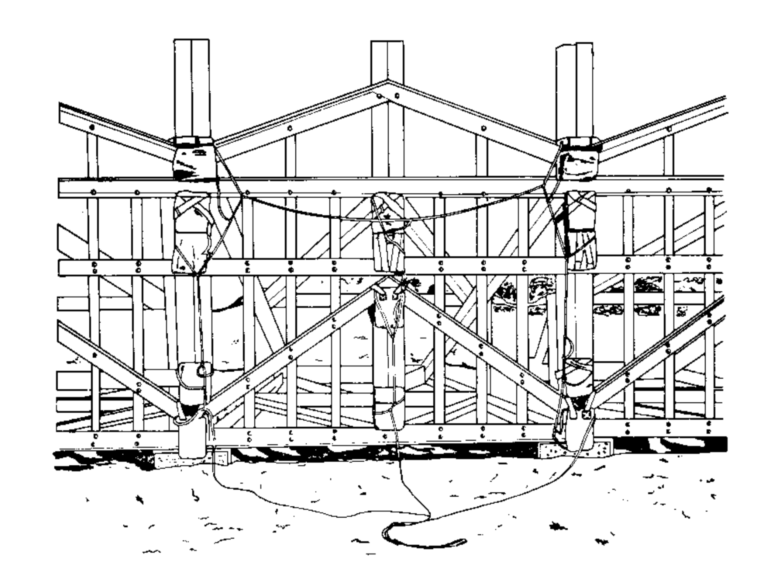


Figura94 Forma de colocar las bolsa U.D.S. en un obstáculo denominado "Puerta de Bélgica".

Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).

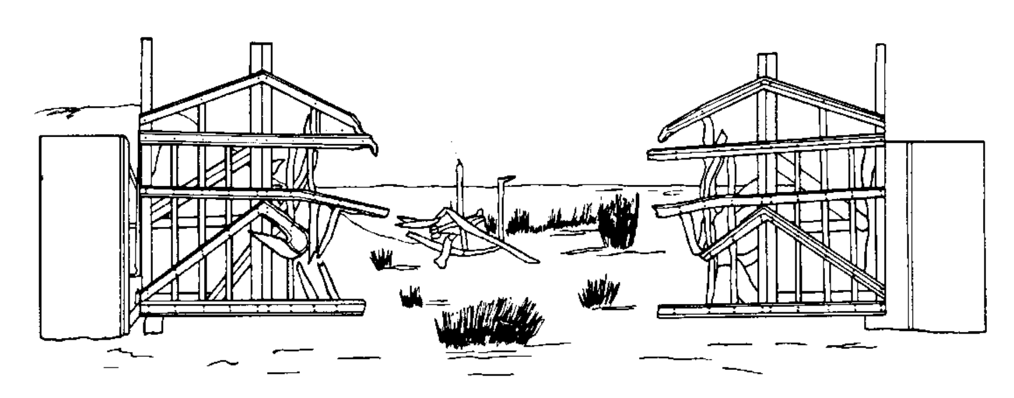


Figura95 Puerta de Bélgica, después de su demolición

Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).

PUERTA DE BELGICA

Características: (Figura 94). De raíl grueso de unos 3'5 metros de largo, empotrado 1'5 metros en el fondo.

Destrucción UDS: Adosarle un " Paquete UDS en su unión con el fondo.

e.- Nombre: "Erizo de acero".

Empleo: Contra lanchas de desembarco y vehículos.

Características: (Figura98). Cada uno de los tres perfiles, de que consta, tiene un largo de 1'20 metros.

Destrucción UDS: Un paquete UDS adosado contra la unión central.

f.- Nombre: "Cuernos del diablo".

Empleo: Contra lanchas de desembarco y vehículos.

Características: (Figura99). Normalmente está activado con pequeñas minas de contacto, construido con tubo de hierro de 6 a 8 centímetros de diámetro y una altura de unos 3 metros.

Demolición UDS: Colocarle adosadas, cuatro carga o "paquetes UDS" en su base y unión de los tubos.

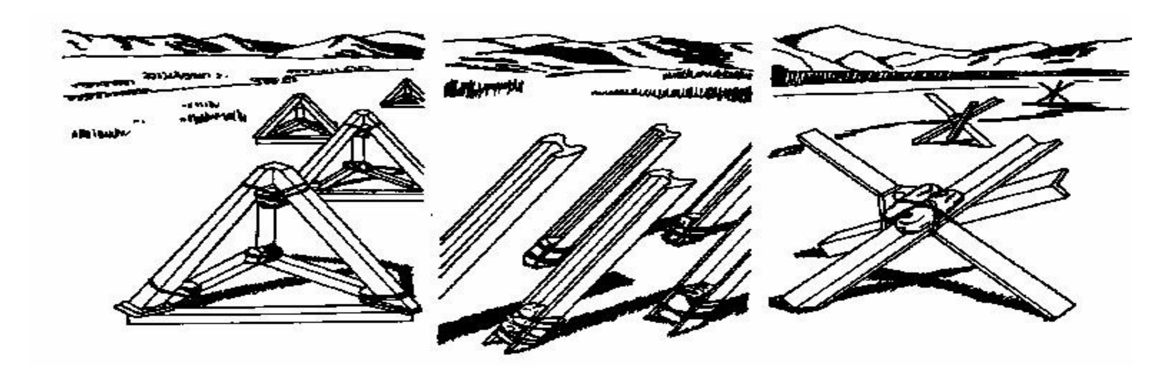


Figura96 Tetraedro de acero   Figura97 Raíles empotrados.   Figura98 Erizo de acero.

Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).

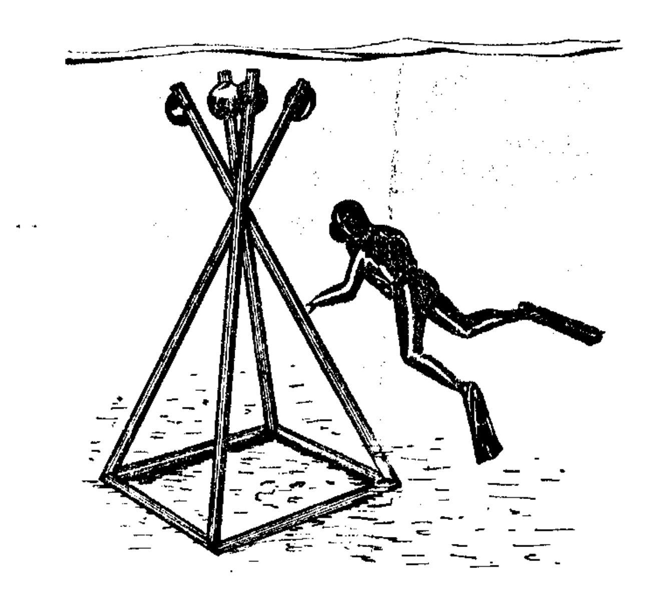


Figura 99 Cuernos del diablo.

Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).

Alambradas:

Empleo general: Contra-personal.

Destrucción UDS general: Con las secciones de torpedo "Bangalore", para alcanzar toda su anchura, se producirán los siguientes efectos:

Si está bajo el agua, abre una brecha de 3 metros de ancha, aunque es posible quede el 20 % del alambre, totalmente flojo pero sin cortar. Si la alambrada está en la playa, la brecha será de 3 a 6 metros, limpia.

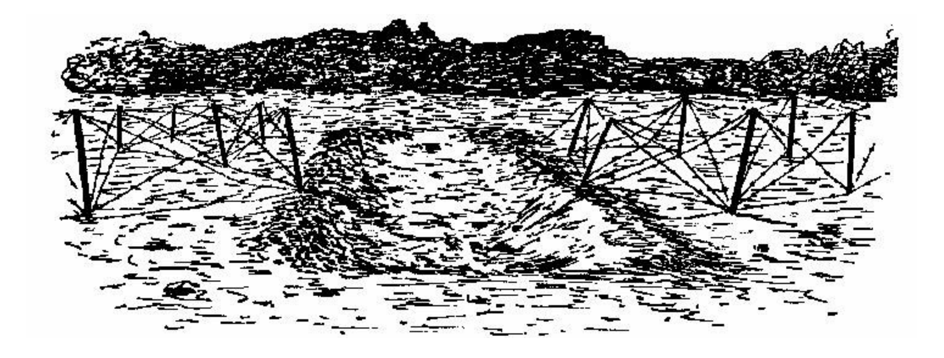


Figura100 Alambrada contra personal.

Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).

a.- Nombre: "Alambrada baja".

Características: (Figura101)

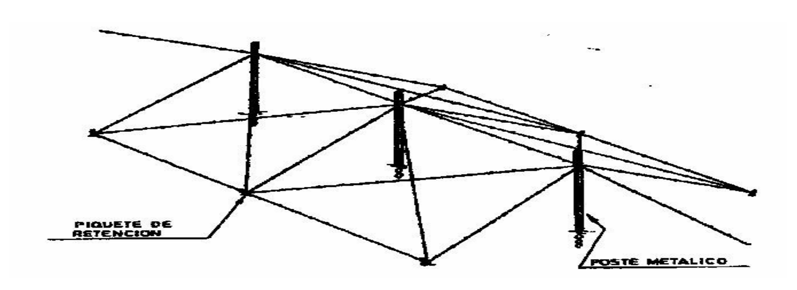


Figura101 Alambrada baja.

Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).

b.- Nombre: "Alambrada alta"

Características: (Fig101).

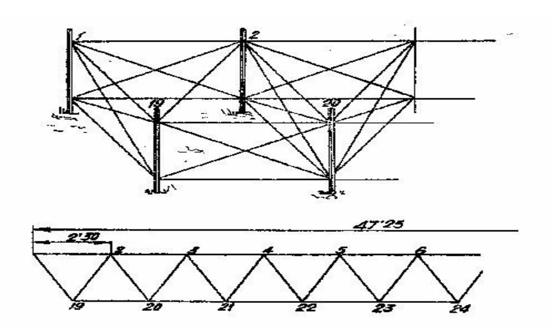


Figura 103. Alambrada alta.

Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).

c.- Nombre: "De barrera móvil"

Características: (Figura104).

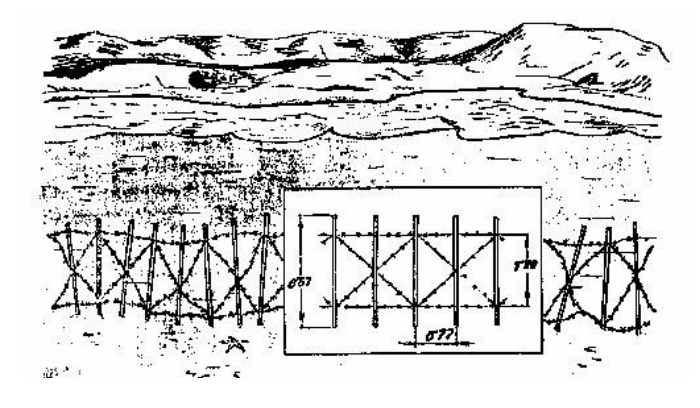


Figura 104 Alambrada móvil.

Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).

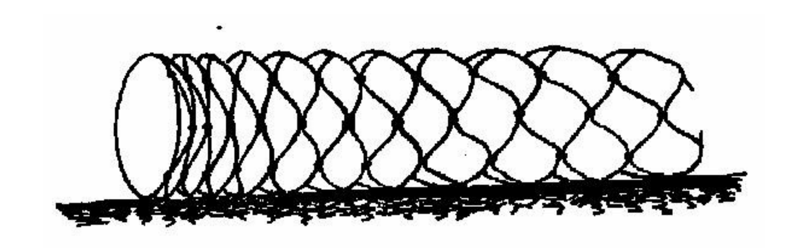


Figura105 Alambrada rápida García de la Herraz..

d.- Nombre: "Alambrada rápida García de la Herraz".

Características: (Figura 105).

e.- Nombre: "Alambrada de red". "Alambrada de manta".

Características: Figura106

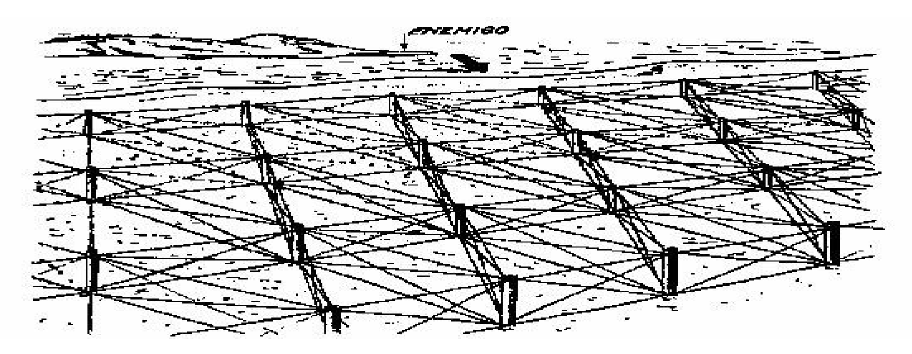


Figura 106 Alambrada de red.
Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).

f.- Nombre: "Alambrada de doble caída".

Características: Figura107

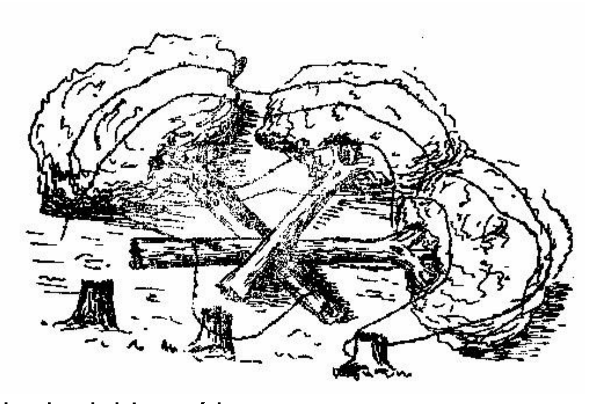


Figura107 Alambrada de doble caída.
Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).

g.- Nombre: "Alambrada de circunstancias".

Características: Figura101

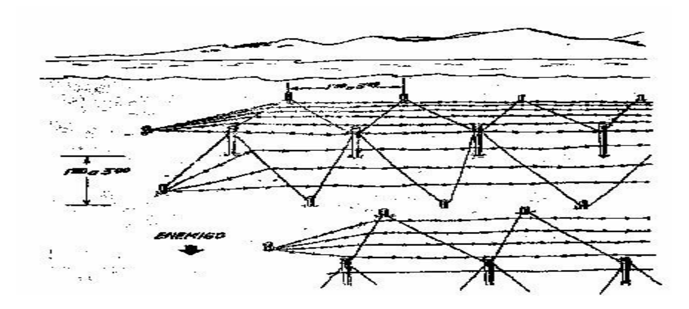


Figura108 Alambradas de circunstancias.
Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).

h.- Nombre: “Alambrada de concertina”.

Características: Figura109



Figura109 Alambrada concertina.
Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).

i.- Nombre: “Alambrada de tipo “Resorte”, “Media luna” y “Anillo”.

Características: (Figura 109) Varias de las disposiciones conocidas con los nombres de “Trampa de Alambres” o “Caza pies”, están representadas en la figura.

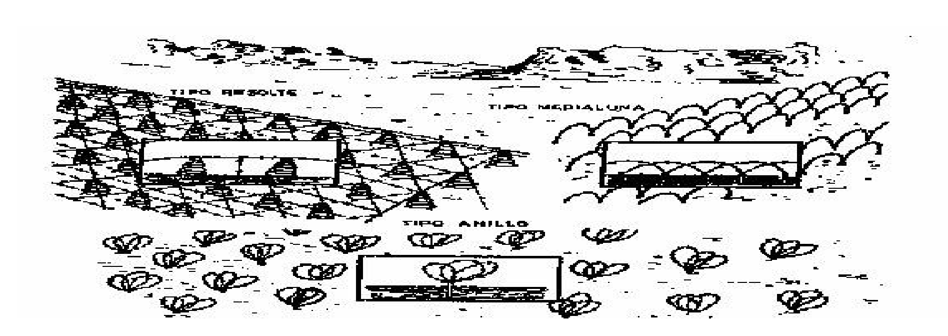


Figura110 Alambradas tipo resorte, media luna y anillo.
Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).

j.- Nombre: “Caballo de frisa”.

Lo reseñado en la figura 111

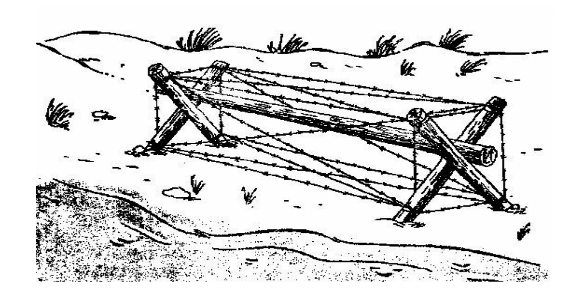


Figura111 Caballo de frisa.
Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).

Construidos de madera, con rollizo:

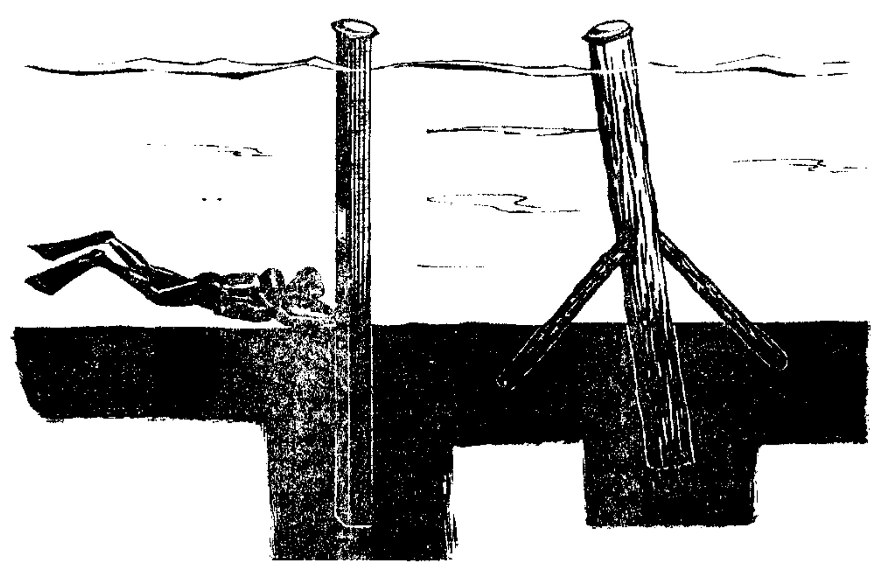
a.- Nombre: "Pilotes" o rollizo:

Empleo: Contra embarcaciones y vehículos.

Características: Suelen estar activados con una pequeña mina de contacto, pudiendo estar apuntalados (Figura113) y defendidos con alambre espinoso. En tierra, pueden presentarse bajo la forma de una tala de árboles que cierre a los vehículos la salida de la playa, (Figura 113). En general, forman varias filas, con intervalos de 1,5 metros y con 2,5 metros de poste a poste.

Demolición UDS: Adosado un paquete UDS lo más cerca posible, del fondo o suelo.

Figura 112. Pilotes



Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).

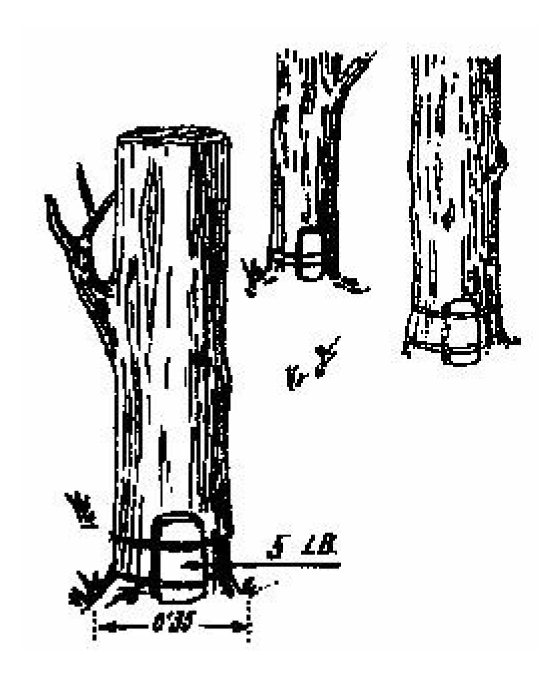


Figura113 Postes.
Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).

b.- Nombre: "Estacadas de rollizo" o "Postes apuntalados".

Empleo: Contra embarcaciones y vehículos y con alambre de espino entrelazado, contra personal.

Características: (Figura115).

Demolición UDS: Adosando un "paquete UDS " en el fondo del poste y otro en el del puntal y ligaduras si las tiene.

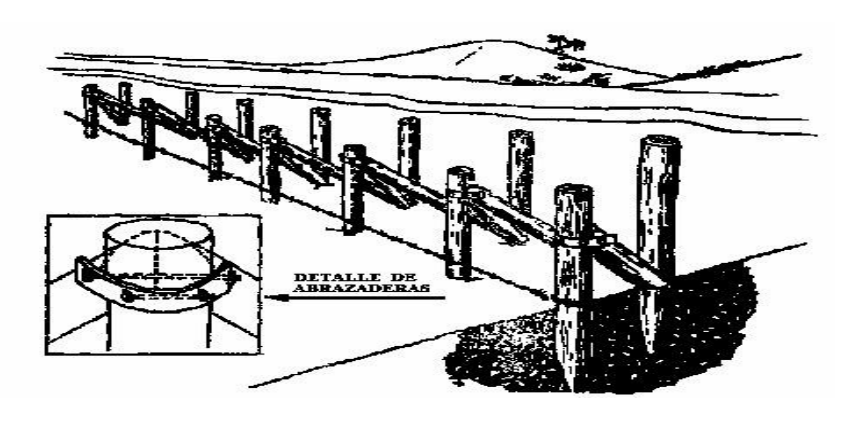


Figura 114 Estacas de rodillos.
Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).

c.- Nombre: " Valla de rollizos ".

Empleo: Contra embarcaciones y vehículos.

Características: (Figura115).

Demolición UDS: Igual al anterior.

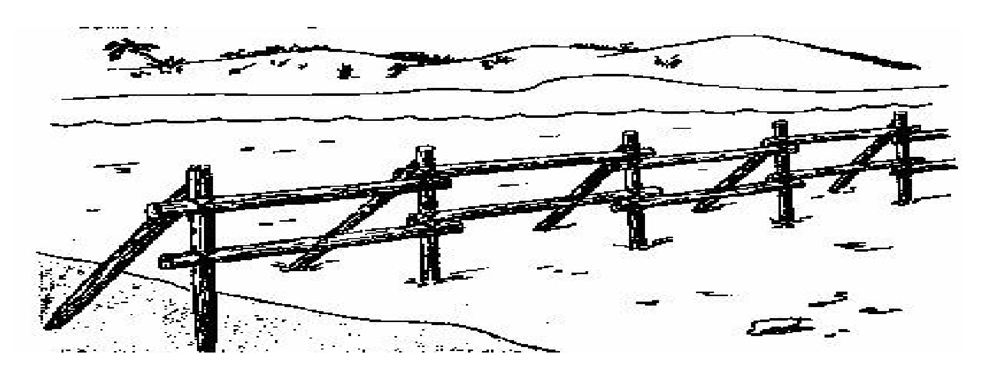


Figura115 Valla de rodillos.
Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).

d.- Nombre: Caballo de frisa submarino.

Empleo: Embarcaciones y vehículos.

Características: (Figura117). Sus dimensiones pueden ser muy variadas. Se colocan en aguas poco profundas y de tres en tres metros, soliendo estar hecha la ligazón, con alambre de espino.

Demolición UDS: Aplicar dos cargas sobre las ligadas y cuatro a los postes, en el fondo, si está clavado en él.

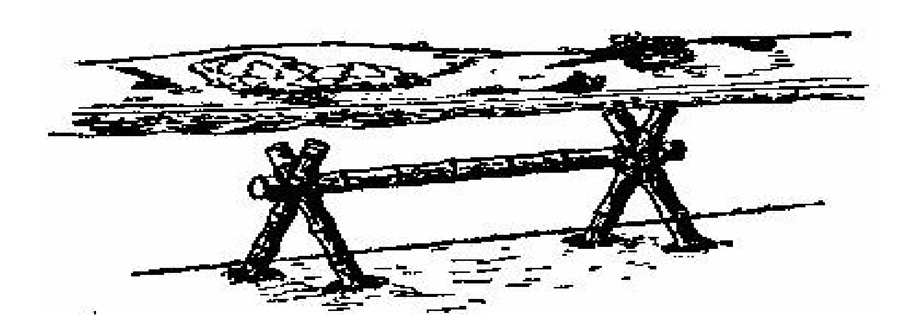


Figura 116 Caballo de frisa submarino.
Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).

e. - Nombre: "Botalones".

Empleo: Contra lanchas y vehículos.

Características: (Figura117).

Demolición UDS: Una carga por tentemozo, adosada lo más cerca posible del fondo y una o dos en el extremo del botalón, si está clavado.

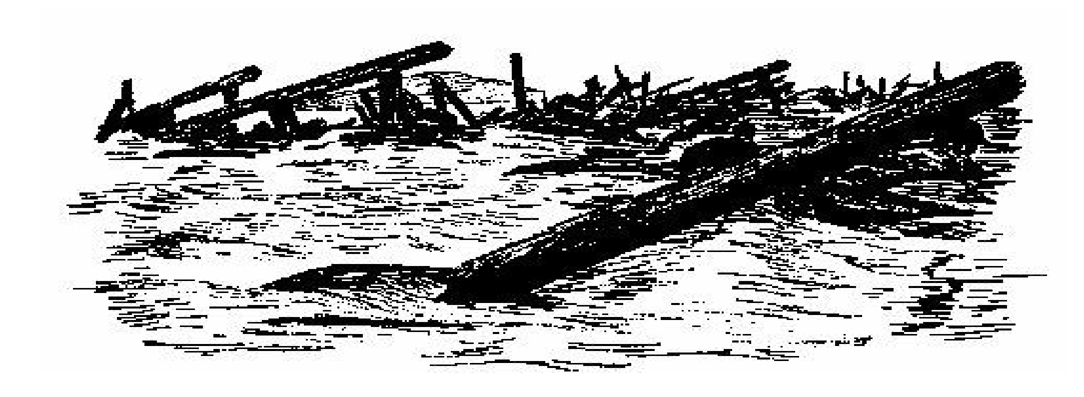


Figura117 Botalones.
Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).

f.- Nombre: "Cuernos del diablo".

Empleo: Contra lanchas y vehículos.

Características: (Figura 118). Pueden estar clavados.

Demolición UDS: Si no son de construcción muy resistente y empotrada en el fondo, basta una sola carga, en la intersección.



Figura118 Cuernos del diablo.

Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).

Rellenos de piedras:

En general, la demolición de esta clase de obstáculos sumergidos, es difícil de conseguir totalmente.

a.- Nombre: "Tetraedros rellenos de piedra"

Empleo: Contra lanchas y vehículos.

Características: (Figura119). De unos tres metros de altura. Se colocan con intervalos de 4'5 a 9 metros y a veces interiormente respecto a la alambrada.

Demolición UDS: Colocar, adosados, uno o dos "paquetes UDS" en la intersección superior de los troncos y una "bolsa UDS" entera entre las piedras, que de ser posible se vaciará de paquetes UDS colocándolos entre ellas independientemente.

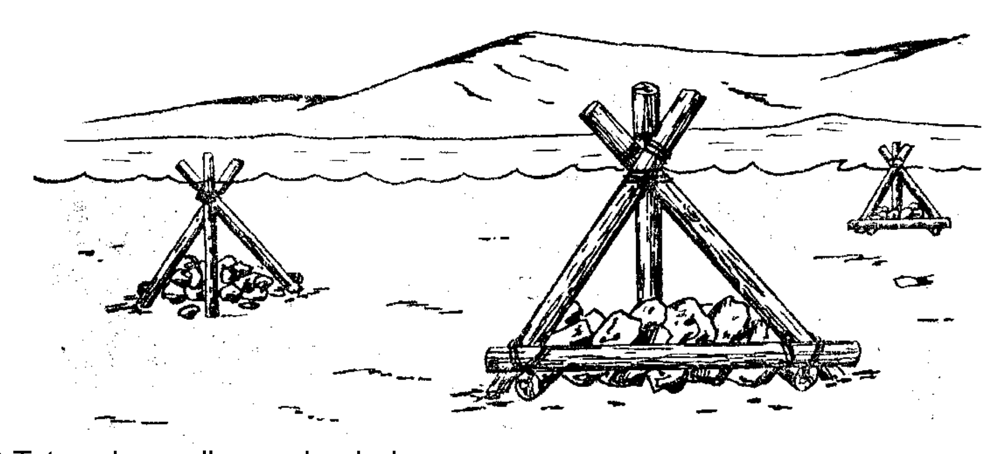


Figura119 Tetraedros rellenos de piedra.
Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).

b.- Nombre: Cunas japonesas.

Empleo: Contra lanchas y vehículos de desembarco.

Características: (Figura120). Son encofrados de troncos rellenos de piedras o rocas. Las ligazones están hechas con alambre espinoso o cable.

Sus dimensiones, suelen variar, siendo las más corrientes 1'5 de altura por 1'50 de profundidad y 2'5 metros de largo.

Demolición UDS: Se hará considerándolos como muros y calculando la cantidad de explosivo por la correspondiente fórmula, teniendo en cuenta sus variadas dimensiones. Se empleará un número entero de "bolsas UDS".

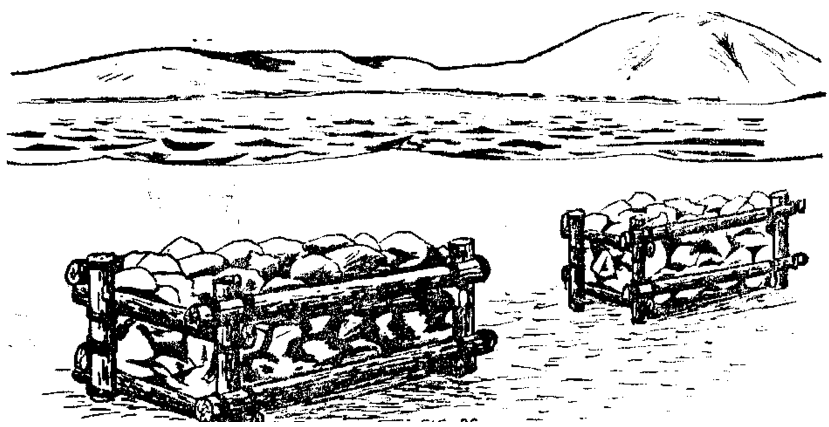


Figura120 Cunas japonesas.
Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).

c.- Nombre: "Pilares rellenos".

Empleo: Contra lanchas y vehículos de desembarco y contra personal si forman parte de la "pecera japonesa".

Características: (Figura 122). Son unas variantes de las "cunas japonesas", pudiendo a su vez, ser ellos triangulares o cuadrados de sección. Cuando van unidos entre ellos y otros obstáculos, con alambre espinoso, formando el conjunto una bolsa con la boca siempre abierta hacia el mar, recibe, este conjunto, el nombre de pecera japonesa".

Demolición UDS: Con bolsas UDS enteras.

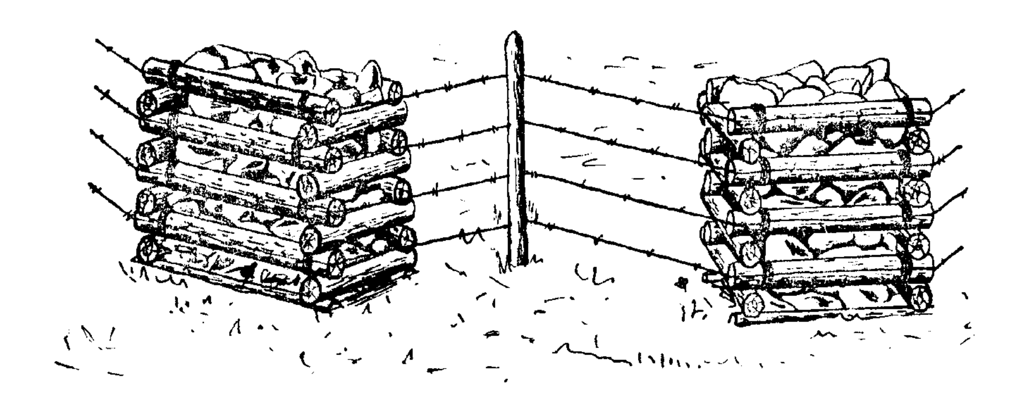


Figura121 Pilares rellenos.
Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).

d.- Nombre: Baluarte de piedra.

Empleo: Contra lanchas y vehículos de desembarco.

Características: (Figura 123). Son amontonamientos de rocas, de una altura aproximada de 1 metro y de 9 a 12 metros cuadrados de superficie. Contienen normalmente minas. Se hallan escalonados unos 5 metros en los bordes exteriores de las playas.

Demolición UDS: Hacer un sembrado de paquetes UDS entre las grietas de las rocas, empleando un mínimo de 4 paquetes por metro cuadrado.



Figura122 Baluarte de piedras
Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).

De hormigón.

Como regla general, emplear 18 kilogramos de explosivo por metro cuadrado de hormigón y 36 kilogramos, si es hormigón armado.

a.- Nombre: "Cilindro con raíl".

Empleo: Contra lanchas y vehículos de desembarco.

Características: (Figura123a). Normalmente de las dimensiones que indica la figura.

Demolición UDS: Emplear dos "bolsas UDS", adosadas como en la figura.

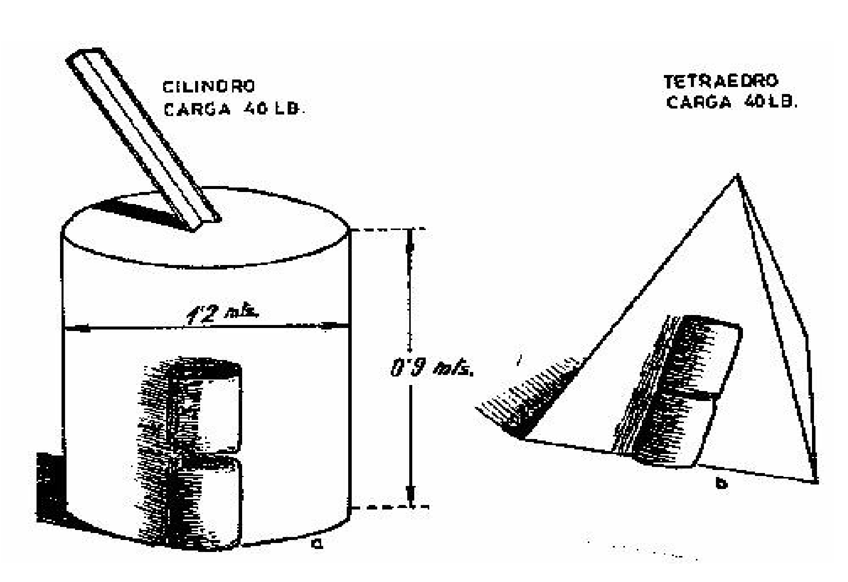


Figura 123a) Cilindro con raíl, 123b) Diente de dragón
Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).

b.- Nombre "Diente de dragón".

Empleo: Contra carros y lanchas de desembarco.

Características: (Figura123b). Los hay de muy variados tamaños, de 1 metro de arista o 1,50 metros, normalmente. Guardan un intervalo de 1,80 a 3 metros.

Demolición UDS: Empleará una o dos "Bolsas UDS" completas, según el tamaño.

c.- Nombre: "Cubos de hormigón".

Empleo: Contra carros y lanchas de desembarco.

Características: (Figura 124a). De las dimensiones que indica la figura, tiene una gran anilla para suspenderlo.

Demolición UDS: Cinco "Bolsas UDS" completas, adosadas como indica la figura.

d.- Nombre: "Tronco de pirámide".

Empleo: Contra lanchas y vehículos de desembarco.

Características: (Figura 124b). De las dimensiones indicadas en la figura. Muy parecido al "diente de dragón".Demolición UDS: Adosar una bolsa UDS.

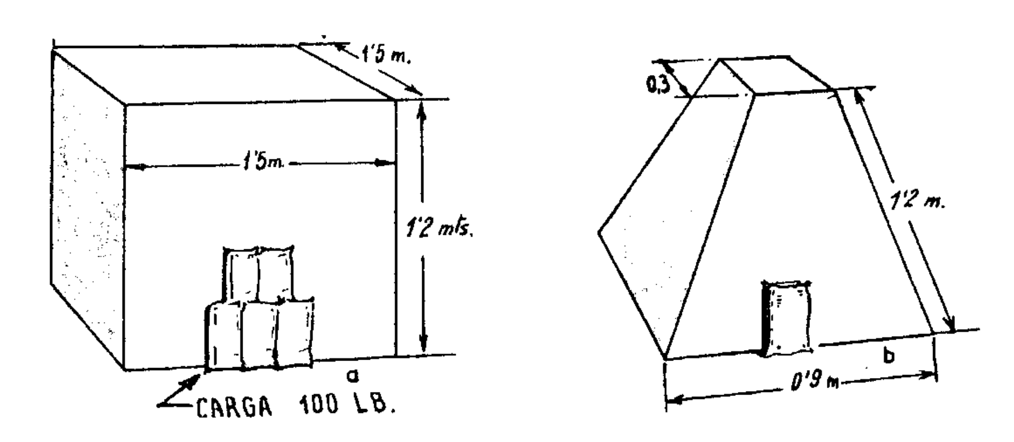
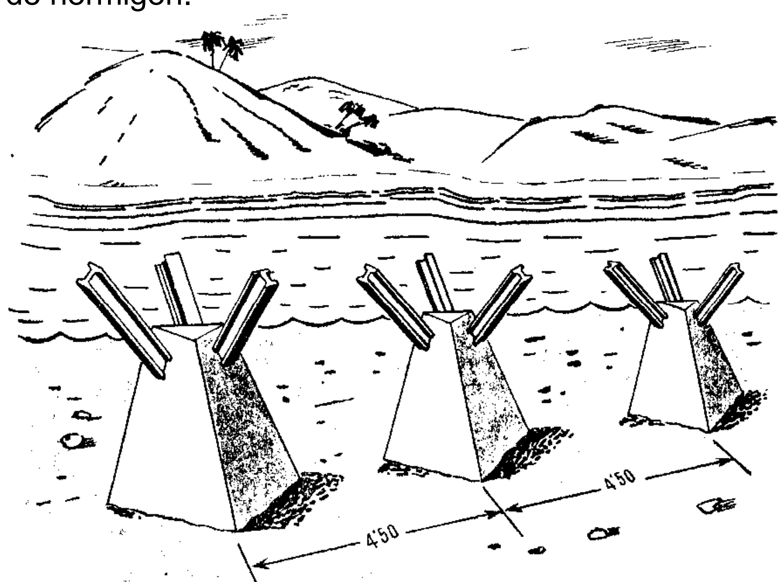


Figura 124a) Cubo de hormigón, 124b) Tronco de pirámide.
Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).

Figura125 Erizos de hormigón.



Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).

e.- Nombre: Erizo de hormigón.

Empleo: Contra lanchas de desembarco y vehículos.

Características: (Figura 125). A este obstáculo, se le llama "Scully" Se construye en dos dimensiones, diferenciándose, por llamarle al pequeño, "Scully japonés" y al grande, "Scully americano". El japonés de 1 metro de altura, 0'35 y 0'90 metros de lado en sus dos bases triangulares.

Demolición UDS: Una o dos "bolsas UDS", según el tipo.

f.- Nombre: "Armazón".

Empleo: Contra carros y lanchas de desembarco.

Características: (Figura 126). De hormigón armado.

Demolición UDS: Cuatro "bolsas UDS" en los diedros de su base, tratando con paquetes UDS el resto de las aristas.

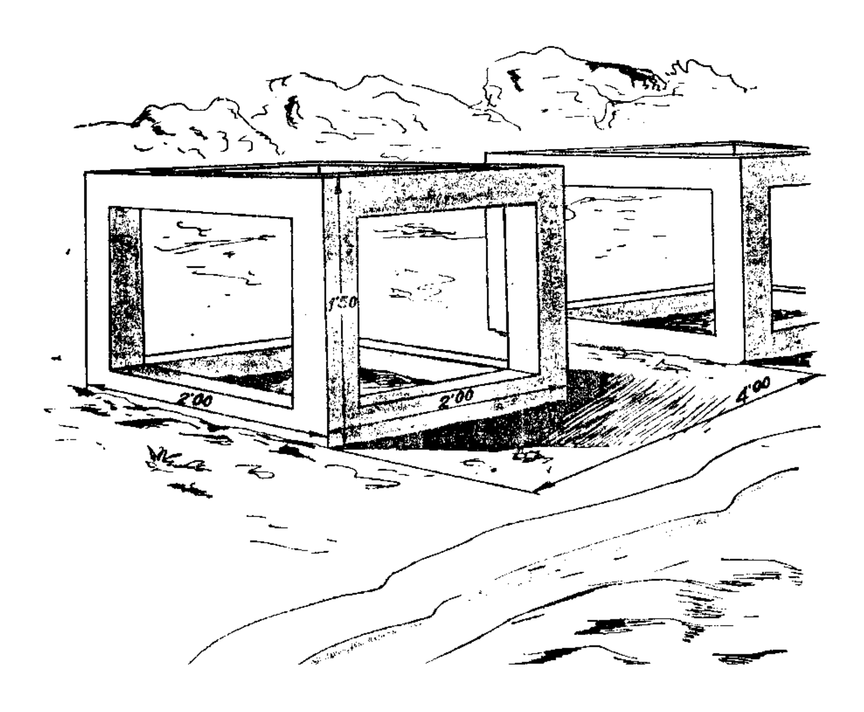


Figura127 Armazones

Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).

Muros de hormigón.

a.- Muros de hormigón armado, aislados: En muros de hormigón armado, puede calcularse la carga necesaria para su destrucción, por la formula correspondiente o bien emplear la norma siguiente:

1).- Para muros de hasta 1,80 metros de altura y otro tanto de espesor, adosar 7 "bolsas UDS" (70 kilogramos) por cada 30 centímetros de altura o espesor. Si es mayor de estas dimensiones, añadir 4 "bolsas UDS" (40 kilogramos) por cada 30 centímetros que rebasen las medidas de 1,80 de altura y espesor.

2).- Ejemplo: En un muro de 2,40 metros de ancho y 3 metros de altura, será:

$\frac{1,8}{0,3} \times \frac{2,40 - 1,80}{0,3} \times 4 + \frac{3 - 1,80}{0,3} \times 4 = 42 + 8 + 16 =$ *66 “bolsas UDS” = 660 Kilogramos.*

3).- Para abrir una brecha de 3,65 metros, en uno de estos muros, suficiente para el paso de carros y vehículos de desembarco, se aplicará la carga de la siguiente manera:

a).- Con un procedimiento de circunstancias, tal como el de la (Figura 128), la carga, se adosa a cierta altura, unos 0'60 metros, para que la destrucción de la brecha alcance la parte alta del muro, lo que no sucedería si se colocan junto a su base, componiendo una forma prismática horizontal de 3 metros de largo, no debiendo exceder su grueso de 20 centímetros.

b).- Si la carga es superior a los 500 kilogramos, después de haber completado lo indicado en la Figura 9. 35, el explosivo adicional , se añade en tres montones, Figura 9.36, colocados uno en el centro y dos en los extremos, posición de la carga, que recibe el nombre de "castillo".

4).- Si existen juntas verticales en el muro de hormigón armado, la carga, debe colocarse centrada con la junta, precisamente. Si esto, no es posible, entonces el centro de la carga, deberá estar, a un mínimo de 4'5

metros de la junta más próxima, porque si no, se romperá ésta y la masa de hormigón que queda entre la brecha y la junta, es empujada hacia el centro de la brecha y el armazón metálico no destruido, le serviría de bisagra.

b.- Muros de hormigón, rellenos: Necesitan mayor cantidad de explosivos que los aislados, porque el relleno ha de ser volado independientemente, para que el declive pueda ser salvado por los vehículos.

En muros de hormigón de pequeño tamaño, que sirvan de contención de un relleno, puede votarse, aumentando un 20 % la carga, y aún así, es posible que sea necesario una "empujadora" mano de obra o nuevas cargas, para ensanchar la brecha y disminuir la pendiente.

C.- Muros de rollizos, rellenos: La (Figura127), nos representa estos muros en la forma más general, en que suelen, construirse. Una carga de 250 kilogramos (25 bolsas UDS), colocadas en la disposición que indica la (Figura 9.38), a unos 60 centímetros del borde de contención, nos abrirá una rampa para el paso de carros. Si se dispone de tiempo, es conveniente atracar esta carga o enterrarla a unos 60 centímetros.

D.- Fosos contra-carros: En fosos contra-carros, de hasta 2,45 metros de profundidad, con poco revestimiento, puede emplearse el procedimiento anterior para cegarlos y permitir el paso.

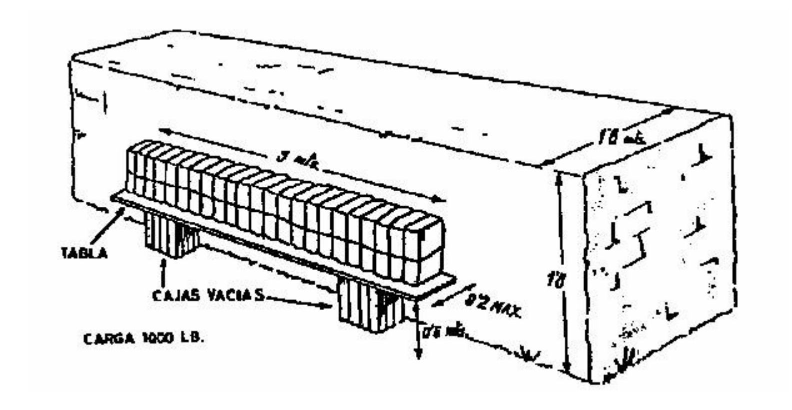


Figura127 Muro de contención.
Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).

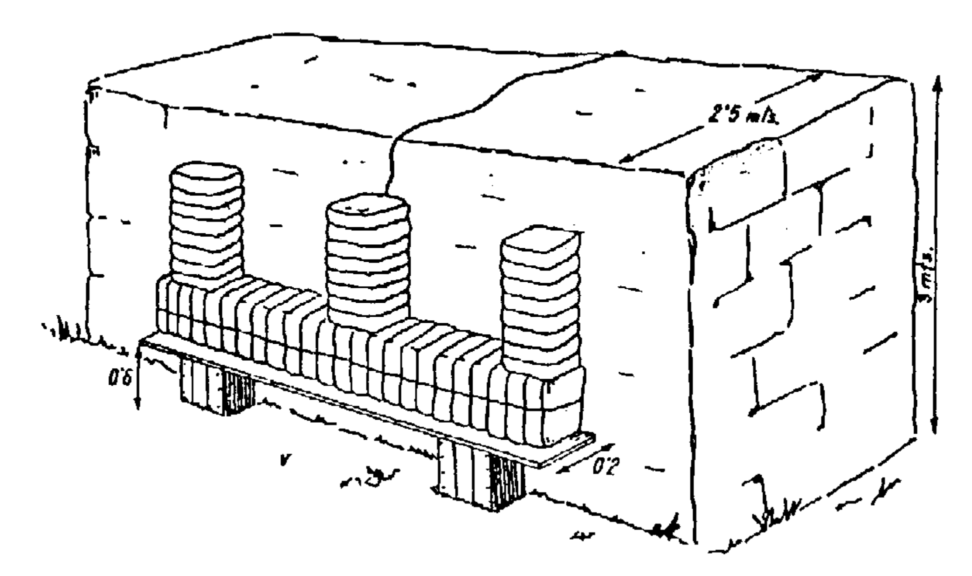


Figura 128 . Muro de contención grueso.
Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).

E.- Cargas auxiliares: Las cargas huecas, pueden utilizarse como indica la Figura 9.39, para abrir hornillos y también el fuego próximo de los carros de combate. Hay que tener la precaución de enfriar el hornillo antes de introducir la carga (plástica de ser posible con que se va a demoler el muro).

Obstáculos flotantes.

a.- Cubriendo la playa puede haber una serie de maderos, rollizos, entre otros.. o bien las obstrucciones conocidas como "obstáculos de palo", ligados entre sí , con cadenas, cables o alambres y todo el conjunto flotando y convenientemente anclado.

b.- Para abrir paso, será lo más conveniente, colocar entre los dos fondeos, una serie de cargas de corte, que liberen el anclaje y posteriormente, remolcar el conjunto.

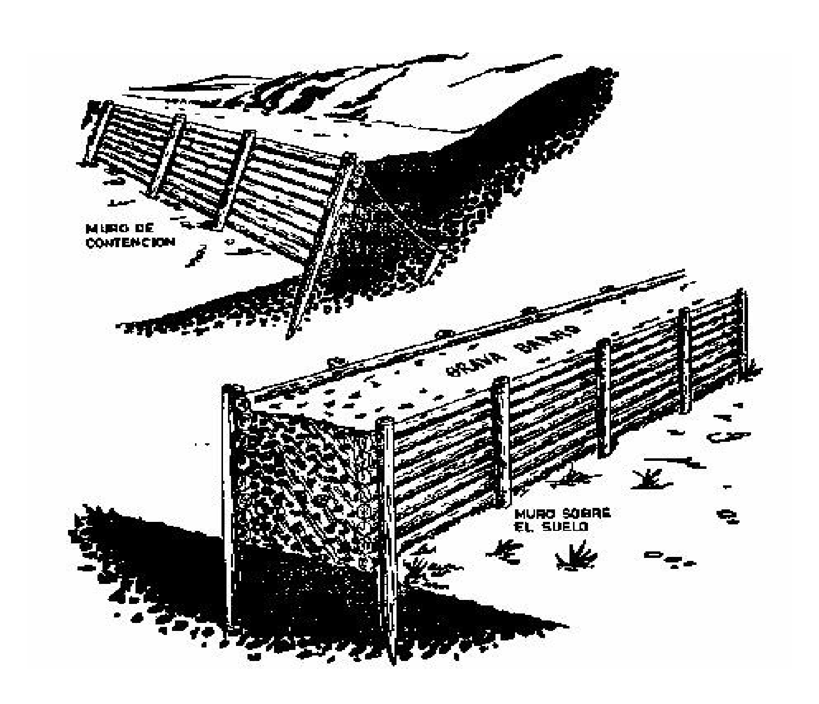


Figura129 Muros de rollizos
Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).

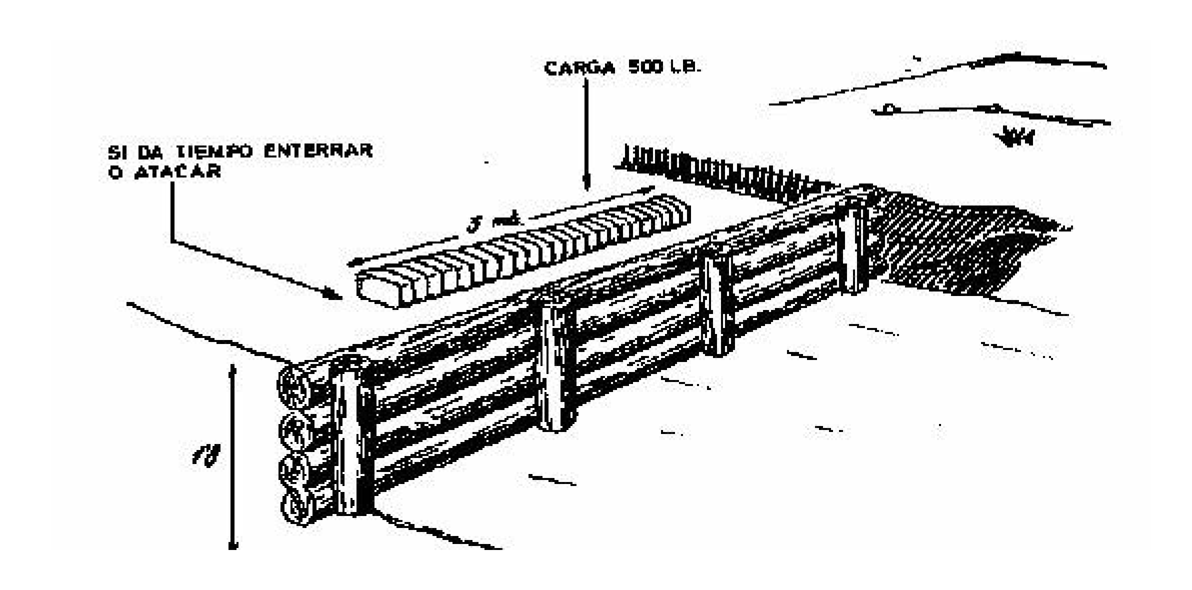


Figura130 Muros de rollizos
Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).

Barrera de fuego.

Los ingleses, tenían previstas unas tuberías, que apoyadas sobre el fondo, penetraban en el mar, lo suficiente para extender próximo a la costa, un combustible líquido, que al flotar, era incendiado en superficie, creando la " barrera de fuego".

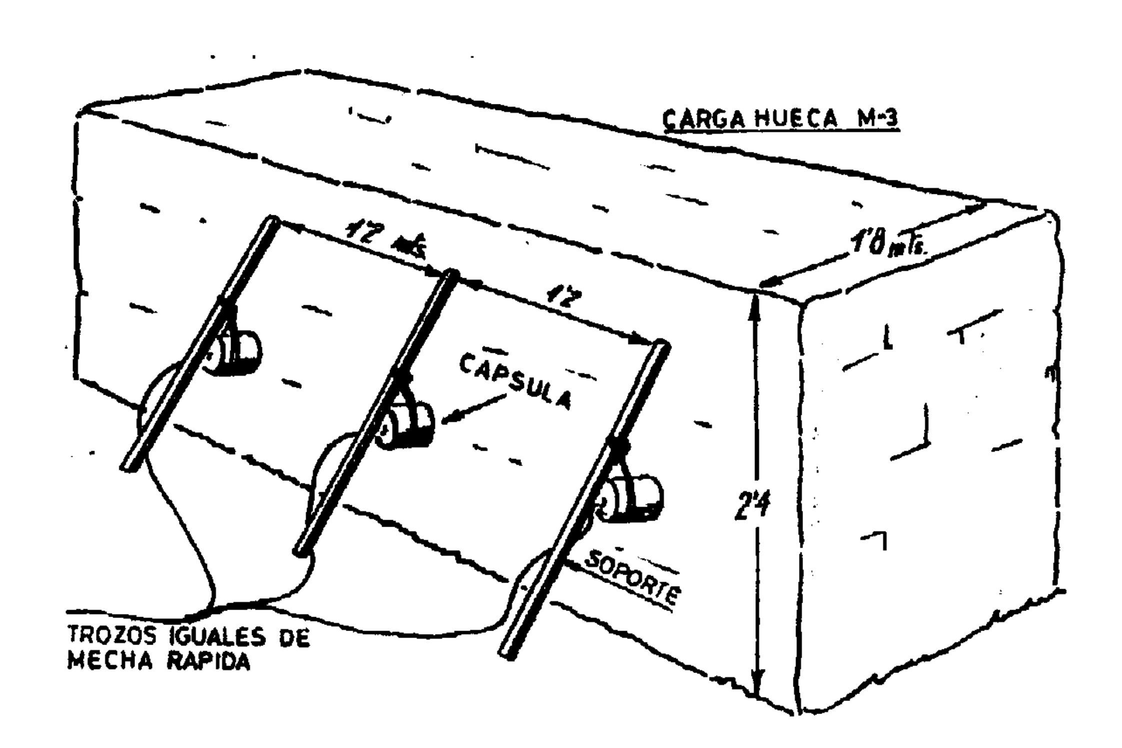


Figura131 Cargas auxiliares
Fuente: Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985).

CAPITULO XIII

VOLADURAS SUBTERRANEAS

GENERALIDADES

En las voladuras subterráneas la única superficie libre es el frente de ataque del túnel, lo que significa que las voladuras se efectúan en condiciones de gran confinamiento. Cuanto más pequeña sea el área del frente, mas confinada esta la roca y por consiguiente aumenta la carga especifica.

En general, los esquemas de voladuras de interior son muy reducidos por dos razones:

1. Las voladuras tienen difícil salida.
2. Es necesario obtener granulometrías pequeñas acordes con los medios de carga y transporte utilizados, aptos para el interior.

Los métodos de excavación de tuneles en roca son básicamente dos: el de perforación y voladura, mediante la utilización de explosivos y la excavación mecánica, mediante tuneladoras o topos.

El método de perforación y voladura, es el mas utilizado para túneles y el único posible cuando la roca es muy abrasiva o muy resistente.

Fases de la voladura.

Las partes o trabajos elementales que consta el ciclo característico de un sistema de voladura son los siguientes:

- Replanteo en el frente del esquema de tiro.
- Perforación de los taladros.
- Carga de los taladros con explosivos (barrenos)
- Voladura y ventilación.
- Retirada del escombro y saneo del frente, bóveda y hastiales.

ESQUEMA DE TIRO

Para efectuar un esquema de tiro se debe tomar en cuenta los siguientes aspectos para su palnificación:

- Disposición en el frente del túnel de los taladros.
- Carga de explosivo.

- Orden de la detonación.

Para la perforación y voladura, la sección teórica del túnel se divide en zonas, en la que las exigencias, tanto de densidad de perforación como de la carga especifica de explosivo y secuencia de detonación son distintas.

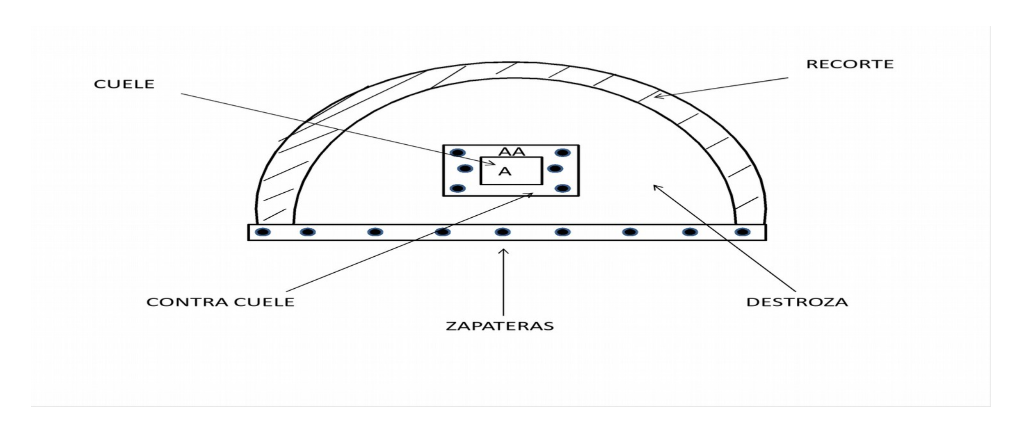


Figura 132 ZONAS DE VOLADURA DE UN TUNEL
Fuente: Manual de Construcción de Túneles (2009).

CUELE

Se llama cuele a unos barrenos que tienen por misión crear un hueco inicial en la galería, de forma que los barrenos posteriores encuentren ya una cara libre al momento de la detonación.

TIPOS DE CUELE

Existen dos tipos de cuele, los comúnmente utilizados son dos:

Cueles de angulo

Este tipo de cueles han caído en desuso debido a la complejidad y laboriosidad de la perforación.

Cueles en paralelo

Es aquel recomendado en voladuras con frente relativamente pequeña en galerías y tuneles, contienen barrenos vacíos (barrenos de expansión), que ofrece una superficie libre que evita el confinamiento de la roca, facilitando así su arranque y es de mayor diámetro que el resto (75 a 102mm).

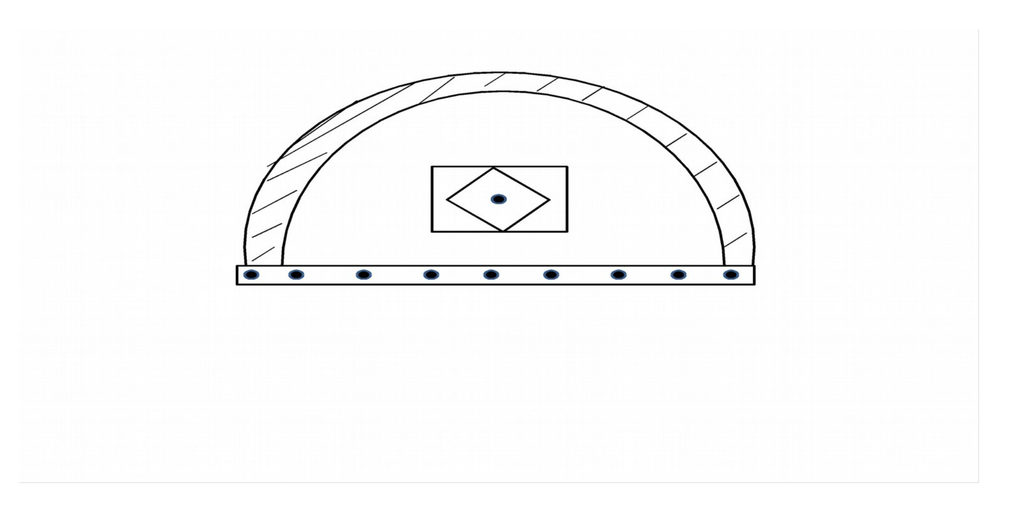


Figura 133 Voladuras en túneles
Fuente: Manual de Construcción de Túneles (2009).

CONTRACUELE

Es la serie de barrenos que circundan a los barrenos del cuele.

DESTROZA

Una vez realizado el cuele dispondríamos en el frente de una abertura hacia donde iríamos disparando los barrenos de la destroza.

La destroza comprende el área de barrenos entre el contracuele y el recorte. Es la voladura principal, en cuanto a volumen se refiere.

RECORTE

Es la fila de barrenos que marca la sección del túnel en el techo (corona) y paredes (hastiales). En esta zona se demarca el perfil final del túnel.

ZAPATERAS

Es la sucesión de barrenos que demarcan el piso del túnel. Estos barrenos son los últimos en dispararse y generalmente son tiros sobrecargados, ya que además de su piedra, pesa sobre ellos una importante parte del propio escombro generado por la destroza.

LOCALIZACIÓN DEL CUELE EN LA SECCIÓN DEL TUNEL

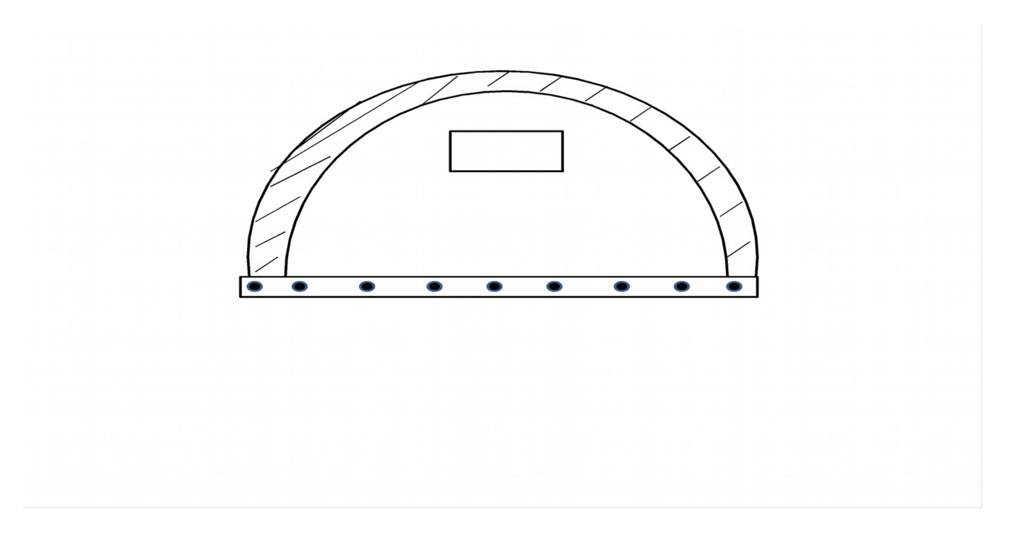


Figura 134 CUELE EN LA PARTE SUPERIOR
Fuente: Manual de Construcción de Túneles (2009).

Esta localización aumenta el desplazamiento del escombro, mejora la fragmentación pero se emplea mayor cantidad de explosivo.

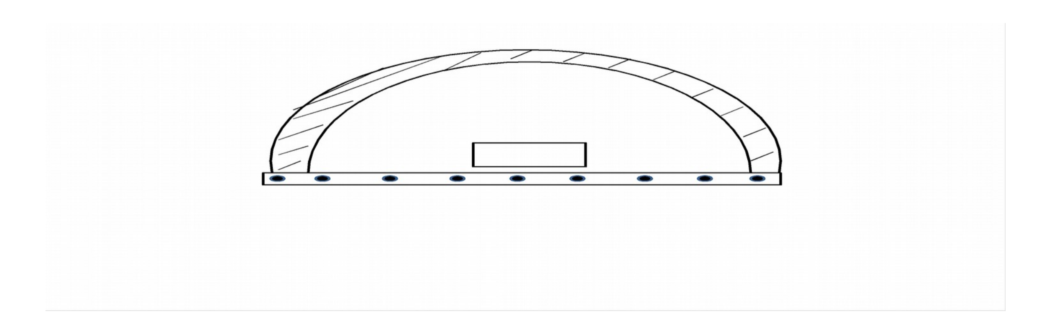


Figura 135 CUELE EN LA PARTE INFERIOR
Fuente: Manual de Construcción de Túneles (2009).

Esta localización utiliza menor cantidad de cantidad de explosivos y la roca será aplastada y compactada.

CARGA DE LOS BARRENOS

Los barrenos mas próximos al taladro de expansión deben ser cargados con explosivo, tomando todas las consideraciones del caso, ya que una concentración de carga baja puede no llegar a provocar rotura de la roca, mientras que una carga excesiva puede dar lugar a un lanzamiento muy

energético de la roca fragmentada hacia el lado opuesto del barreno de expansión a tal velocidad que esta se recompacta y no se expulsa a través del hueco del barreno vacío, siendo en estos casos el avance reducido.

BIBLIOGRAFÍA

Stte Luis González González (2007) Tesis de grado sobre voladuras de pistas clandestinas y campos de aviación . Academia Militar de Venezuela. Caracas, Venezuela.

Cnel Rafael Monasterios Lopez Tesis sobre el uso de explosivos en la guerra de resistencia (2008). Escuela Superior del Ejército, “Simón Bilivar”. Caracas, Venezuela.

Cnel Carlos García Flores (2008). Camuflaje de los explosivos en la guerra de resistencia. Escuela Superior del Ejército. Caracas, Venezuela.

Brigada de Operaciones Especiales “Miranda” (2001). Manual de explosivos y demoliciones del ejercito español. Turiamo, Edo Aragua (Venezuela)

Biblioteca del Arsenal de la Fuerza Armada Nacional (1985). Guía de espoletas militares para trampas cazabobos. Caracas, Venezuela.

Dirección de Adiestramiento de la DISIP (2002). Manual de explosivos improvisados. Caracas, Venezuela.

Escuela de las Américas del ejército de los Estados Unidos de Norte América. Manual de explosivos y demoliciones FN525. Fuerte Gulik (Panamá).

My Hung Hernández Duran (1972). El sabotaje en Venezuela, ediciones del ministerio de la defensa. Caracas Venezuela.

Sabino José.(1985) El proceso de la investigación, editorial Panapo C.A. Caracas, Venezuela.

Universidad Nacional Abierta.(1982) Técnicas de documentación e investigación. Caracas, Venezuela.

Universidad Pedagógica Experimental Libertador.(1997) Manual de trabajos de grado y tesis doctorales. Caracas, Venezuela.

ANEXO N° 1

GLOSARIO DE TERMINOS DE USO FRECUENTE EN TRABAJOS CON EXPLOSIVOS

GLOSARIO	**DEFINICIÓN**
Acción galvánica	Corrientes producidas cuando metales diferentes contactan entre ellos o a través de un medio conductor, esta acción puede crear suficiente voltaje para causar encendido prematuro de un circuito eléctrico, particularmente en presencia de agua salada.
Acción galvánica	Corrientes producidas cuando metales diferentes contactan entre ellos o a través de un medio conductor; esta acción puede crear suficiente voltaje para causar un encendido prematuro de un circuito eléctrico, particularmente en presencia de agua salada.
Acoplamiento o Empalme	El acto de conectar o unir dos o más partes distintas. En voladura esto se refiere a la transferencia de la energía de una reacción explosiva a la roca que la rodea y es considerada perfecta cuando no hay pérdidas debido a la absorción o amortiguación.
Acuagel o Slurry	Una solución acuosa de nitrato de amonio, sensibilizado con un combustible, espesado, y reticulado a una consistencia gelatinosa. Este producto puede ser clasificado como explosivo clase A, clase B o agente de voladura. Explosivos o agentes de voladura que contienen cantidades substanciales de agua.
Agentes de Voladura	Cualquier material o mezcla, consistente en combustible y oxidantes, diseñados para voladuras, no considerado como un explosivo considerando que el producto terminado no puede ser detonado por medio de un detonador Nº 8 cuando no está confinado.
Alambre conductor	Los alambres que conectan los electrodos de detonador con las patas finales de alambre del circuito de voladura.
Alambre de Conexión	Un alambre usado en un circuito eléctrico de voladura para extender la longitud de los extremos de los detonadores o alambre principal.
Altura o frente	La superficie perpendicular o distancia entre el fondo y la cima del banco. La cara vertical libre de un banco o de una excavación.
ANFO	Un agente de voladura consistente de nitrato de amonio y petróleo.
Área de voladura	El área cercana a una voladura dentro de la influencia de los misiles (pedazos de roca volantes) o concusión.
Banco	La superficie horizontal en una cantera o mina a lo largo de la cual, los hoyos son perforados verticalmente.
Cámara	Comúnmente denominada “ensanchamiento o trampa”. El proceso de agrandar una parte de la perforación (usualmente el fondo) para iniciar una serie de cargas pequeñas de explosivos. Puede también referirse al ensanchamiento del fondo de la perforación por una broca de expansión.
Cámara de aire	Una técnica de voladura donde una carga es suspendida en una perforación y el hoyo estrechado para permitir un lapso de tiempo entre la detonación y el último quiebre de la roca (sin acoplamiento).
Camas o Capas	Capas de roca sedimentaria, usualmente separadas por una superficie de discontinuidad. Como norma, la roca puede ser fácilmente separada a lo largo de estos planos.

GLOSARIO	DEFINICIÓN
Cantera	Una mina de superficie o cielo abierto usada para la extracción de rocas tales como caliza, pizarra, piedra de construcción, etc
Cara	El término de una excavación en cuyo sentido el trabajo está avanzando o cualquier término de una superficie de roca expuesto al aire.
Carga de columna	Una carga larga continua de explosivo o agente de voladura en una perforación
Cebo	Un paquete o un cartucho de un explosivo sensible a un detonador que contiene un detonador y que está específicamente designado para transmitir detonación a otros explosivos.
Centros	La distancia medida entre dos o más hoyos adyacentes sin referirse a la ubicación de ellos en una fila.
Circa	Un corte hecho en una cara de carbón o roca blanda por un cortador mecánico para presentar una cara libre de tronadura.
Collar	La boca o abertura de una perforación, broca de acero o eje. También collar en términos de perforación es el acto de empezar una perforación.
Combustible	En los cálculos de explosivos, es el compuesto químico usado con el propósito de combinarlo con oxígeno para formar productos gaseosos y calor.
Condensador, máquina de descarga para voladura	Una máquina de voladura que usa baterías para energizar una serie de condensadores, que almacenan energía que es entregada a un circuito eléctrico de detonadores.
Conector de retardo	Un artificio no eléctrico de intervalo corto de retardo para uso en retardos de voladuras que son iniciadas por cordón detonante.
Conector MS	Se refiere a un artificio usado un retardo en un circuito de cordón detonante, conectar un hoyo en el circuito con otro, o una fila de hoyos a otra fila de hoyos.
Cordón detonante	Un cordón constituido por un plástico que cubre una carga de explosivos de alta velocidad usados para detonar cargas explosivas en una perforación o bajo agua.
Corte	Estrictamente es aquella porción de una excavación con especificaciones más o menos específicas de profundidad y ancho continuado en alguna forma a lo largo de los extremos límites de la excavación. Una serie de cortes son realizados antes de que la remoción completa del material excavado se haya realizado. Las dimensiones específicas de cualquier corte está muy relacionado con las propiedades del material y de los niveles de producción requeridos.
Coyunturas	Planos dentro de las masas de rocas a lo largo de los cuales no hay resistencia a la separación y a lo largo de las cuales no hay movimiento de material a cada lado de la ruptura. A diferencia de los estratos, no está relacionado con el orden de la deposición geológica.
Chicotes (patas de alambre)	Alambres que salen desde la cima de un detonador eléctrico, usados para acoplar los detonadores al circuito de tronadura.
Decibel	La unidad de sonido comúnmente usada para medir la onda de choque aérea de los explosivos. La escala del decibel es logarítmica.

GLOSARIO	DEFINICIÓN
Guía de seguridad	Un cordón que contiene un alma de pólvora negra. Usada para iniciar detonadores o pólvora negra.
Hertz	Término usado para expresar la vibración de tierra y onda aérea. Un hertz es un ciclo por segundo.
Hoyo horizontal	Un hoyo perforado o taladrado bajo una roca o tronco de árbol para la colocación de explosivos.
Hoyo o perforación	Un hoyo perforado en la roca u otro material para la colocación de explosivos.
Iniciación	El acto de detonar un alto explosivo por medio de un artefacto mecánico u otros medios.
Iniciador fundido (multiplicador)	Una unidad fundida de explosivos, usualmente pentolita o composición B, usada comúnmente para iniciar detonación en un agente de voladura.
Insensibilización por presión	Desensibilización de un explosivo causado por la presión. Las burbujas pequeñas de aire, requeridas para la sensibilización, son literalmente eliminadas por la compresión.
Inspección prevoladura	La inspección y documentación de las condiciones existentes de una construcción u otra estructura antes de efectuar la voladura.
Interrupción	Donde la continuidad de una columna de explosivos en una perforación es rota, ya sea por colocación inadecuada en el caso de acuageles, emulsiones o agentes de tronadura vaciados, donde una materia extraña ha tapado la perforación.
Jumbo	Una máquina con una o más unidades de perforación (taladros) montados los cuales pueden ser o no ser operados independientemente.
Línea de bajada	La línea de cordón detonante que transmite la energía desde la línea troncal hacia abajo en la perforación hasta el cebo.
Línea de encendido	Una línea a menudo permanente, extendida desde la ubicación del encendido al circuito de voladura eléctrica. También llamada línea conductora.
Manto	Un estrato o cama de mineral. También un plano de estratificación en un depósito de roca sedimentaria. Este manto puede también ser de arena o fango, y puede correr vertical u horizontalmente.
Manto de protección	Usada para cubrir una tronadura evitar que cualquier partícula voladora proyectil, visualmente hecha de alambre, cable, género o goma.
Máquina secuencial de voladura	Una máquina capacitadora de voladura de descarga con más de un circuito. Cada circuito puede tener un tiempo predeterminado o el tiempo puede ser fijada por el operador.
Mazo o martillo (bola)	Un pedazo de hierro o acero sostenido por un alambre que es dejado caer desde cierta altura sobre grandes bolones o piedras con el propósito de romper los fragmentos más pequeños.
Modelo escalonado	Un modelo de voladura que hace que el burden o piedra en el momento de la detonación, quede en ángulo oblicuo con respecto a la cara libre original.
Multiplicador (Booster)	Un compuesto químico usado para intensificar una reacción explosiva. Un multiplicador no contiene un artificio iniciador, pero es sensible a un detonador.

GLOSARIO	DEFINICIÓN
Onda de choque aérea	Una onda de choque de aire producida por la detonación de explosivos. Esta onda de aire puede ser o no audible.
Oxidante	Un ingrediente en un explosivo o en un agente de voladura que provee el oxígeno para combinarse con el combustible para formar productos gaseosos o sólidos de detonación. Nitrato de amonio es el oxidante más comúnmente usado en explosivos comerciales.
Pared	Es el frente o muro de una excavación, especialmente en minas trabajadas por bancos.
Pasadura	Es la perforación de un hoyo bajo el nivel de la línea planeada o bajo el nivel del piso.
Pata	La parte de una perforación que permanece relativamente intacta después de haber sido cargado un explosivo y detonado. Una situación en la cual la tronadura falla para producir la ruptura total de roca debido a la cantidad insuficiente de explosivo para la cantidad de piedra (burden) o causado por detonación incompleta de los explosivos.
Pendiente o declive	Usado para definir la razón de la elevación vertical o altura a las distancias horizontales para describir el ángulo de un banco o la cara frontal de este que se produce con la horizontal.
Permisibles	Explosivos para humo no tóxico y permitido para trabajos subterráneos (también reduce la posibilidad de ignición de polvo de carbón o gas metano).
Peso específico	La densidad de un material comparada al agua, o la razón de un volumen de material comparado con la unidad de volumen de otro material.
Piedra o Burden	Generalmente es la distancia de una carga explosiva a la cara libre más cercana. Técnicamente, hay una piedra aparente y una piedra verdadera, la última siempre es medida en la dirección en la cual el desplazamiento de la roca quebrada se producirá cuando la carga explosiva haya detonado.
Pila	El montón de roca o estéril volada y quebrada después del disparo, que va a ser cargada o removida.
Piso	El fondo horizontal o casi, parte de una excavación, sobre el cual se puede transportar o caminar.
Plata o barro	Se refiere a un disparo como “adobe” o “tipo plasta”. Una carga de explosivo encendida sobre la superficie de una roca. Puede ser cubierta con una cantidad de barro, lodo, o similar sustancia (no se usa una perforación).
Pólvora	Cualquier variedad de explosivos sólidos.
Polvorín o Almacén	Cualquier construcción o estructura portátil que sirva para almacenar explosivos y detonadores.
Potencia	Se refiere al contenido de energía de un explosivo en relación a una cantidad equivalente de una dinamita nitroglicerina.
Potencia de un cartucho	Una evaluación que compara un volumen dado de explosivo con un volumen equivalente de dinamita nitroglicerina, expresada como un porcentaje.
Potencia de peso	Una razón que compara la potencia de un peso dado de explosivo con el peso equivalente de dinamita nitroglicerina.
Precorte	Una fuerza de alivio que comprende una sola fila de hoyos, perforados a lo largo de una línea neta de excavación, donde la detonación de un explosivo en la perforación produce el corte en forma de red en la roca entre los hoyos, los hoyos del precorte son encendidos antes de la voladura de producción (esto es para el fin de tener una pared pareja).

GLOSARIO	DEFINICIÓN
Presión de detonación	La cabeza de la presión creada por la detonación procedente de debajo de la columna explosiva. La presión de detonación es una función de la densidad del explosivo y del cuadrado de la velocidad de detonación.
Prills (grano)	En voladura, una esfera pequeña y porosa de nitrato de amonio capaz de absorber más de 6% de combustible los prills de voladura tienen una densidad de 0,80 a 0,85 grs/cc.
Primer (Cebo)	Una unidad de explosivo que contiene un artificio adecuado que es usado para la iniciación de una carga explosiva entera.
Primer o cebo de retardo	Un cebo que tiene agregado un elemento de retardo con el fin de retardar cada cebo en la carga.
Propagación	La detonación de cargas explosivas por un impulso desde una carga explosiva cercana.
Proyectiles o rocas volantes	Pedazos de rocas que son impulsados a través del aire desde una voladura. Excesivos proyectiles pueden ser producidos por un diseño pobre de voladura y por zonas débiles de rocas no esperadas.
Puente de alambre (cortacircuitos)	Un filamento de alambre muy fino colocado en el elemento de ignición de un detonador eléctrico. Una corriente eléctrica que pasa a través del alambre produciría una elevación repentina de calor, que causaría que el elemento de ignición sea iniciado.
Serie	Un grupo o conjunto de hoyos que constituyen un corte completo en frente de minas subterráneas, túneles, etc.
Sensibilidad a distancia	Es una medida de la distancia a través de la cual un explosivo puede propagar una detonación. Esta distancia puede ser aire o un material sólido definido. Esta medida es la probabilidad de una propagación por simpatía.
Sensibilidad al detonador	La sensibilidad de un explosivo a la iniciación a un detonador N° 8
Sensibilizador	Ingrediente usado en compuestos explosivos para mejorar la sensibilidad a la iniciación o propagación de las reacciones.
Sismógrafo	Un instrumento que mide y provee un registro permanente de las vibraciones del terreno producidas por temblores (sismos) y/o por voladuras (en voladuras es llamado monitor de voladuras).
Sistema cielo abierto o a tajo abierto	Una operación de superficie para la minería metálica, minerales, arcilla, carbón roca, etc.
Sobrecarga	El material que está como carga en la cima de la roca a ser volada, usualmente se refiere a grava, rocas y materiales estériles, pero puede ser otro tipo de roca, por ejemplo: caliza sobre carbón.
Sobrequiebre	Roca quebrada más allá de los límites de la última fila de hoyos.
Suelo duro	Roca arcillosa, o capas de cascajo encontradas usualmente a pocos pues debajo de la superficie y cementadas juntas que deben ser tronadas o excavadas con el fin de extraerlas.
Taco	El material inerte, tal como material sacado por el barreno de las perforaciones, usado en la parte del collar, entre cargas en una columna, o en otra parte, o en una perforación para confinar los productos gaseosos formados en una explosión. También la parte no cargada de una perforación.

GLOSARIO	DEFINICIÓN
Tetranitrato de pentaeritritol (PETN)	Un explosivo militar usado como alma de carga del cordón detonante, carga base de detonadores y en iniciadores y rompedores como constituyente de la pentolita.
Tiro quedado	Donde una parte de una columna de explosivos no ha detonado debido a una interrupción, o una variación en la formación de la roca debido a un diseño inadecuado de retardos o del sistema.
Tiro suspendido o atrasado	La detonación de una carga explosiva un tiempo después de tiempo de encendido determinado.
Trinitrotolueno (TNT)	Un explosivo militar usado industrialmente como un sensibilizador para acuageles y como un ingrediente en pentolita, composición B a veces, se usa como explosivo granulado de libre escurrimiento.
Voladura	La operación de romper rocas por medio de explosivos. Disparo es también usado para referirse a una voladura.
Voladura amortiguada	La técnica de encender una fila simple de hoyos para tener una excavación nítida para cortar la roca entre filas de hoyos perforados muy juntos. Encendida después que la voladura de producción ha sido realizada.
Voladura con retardos	El uso de detonadores y conectores de retardo que hace que cargas separadas detonen a diferentes tiempos, y no simultáneamente.
Voladura Coyote	Voladura de la roca mediante la detonación de túneles llenos con explosivos. Los túneles están usualmente en la base y paralelos a la cara libre de la roca. Incluye la práctica de hacer perforaciones (túneles) horizontalmente en la cara al pie del disparo. Se hace donde es impracticable hacer perforaciones verticales.
Voladura Prematura	Una voladura que detona antes de intentarlo.
Voladura Primaria	La voladura principal realizada para sustentar la producción.
Voladura Secundaria	Usar explosivos para romper grandes masas de rocas resultantes de la voladura primaria, cuando estas rocas son demasiado grandes para su manipulación.
Velocidad	La medida del tiempo a que la onda de detonación viaja a través de un explosivo.
Velocidad de Detonación Confinada	La velocidad de detonación de un explosivo o agente de tronadura bajo confinamiento, tal como en una perforación.
Velocidad de partícula	Una medida de la vibración de la tierra, describe la velocidad a la cual una partícula del terreno vibra cuando es excitada por una onda sísmica.
Velocidad fija de estado	La velocidad característica a la cual un explosivo específico, bajo condiciones específicas, en un diámetro dado de carga, detonará.
Velocidad transiente o pasajera	Una velocidad diferente de la velocidad de estado, que un cebo imparte a una columna de explosivo, hasta que la columna de explosivo alcanza la velocidad de estado.
Vibración del terreno	La agitación de la tierra causada por la onda elástica emanada de una voladura. Un exceso de vibración puede